

VẬT LÝ HỌC VÀ CHIẾN TRANH

**[TỪ MŨI TÊN ĐẾN
BOM NGUYÊN TỬ]**



BARRY PARKER

VẬT LÝ HỌC VÀ CHIẾN TRANH
Từ mũi tên đến bom nguyên tử

BARRY PARKER
Trần Nghiêm dịch

Ebook phát hành miễn phí tại:
<http://thuvienvatly.com>
<http://123vatly.blogspot.com>

MỤC LỤC

Lời nói đầu	1
Chương 1	
GIỚI THIỆU	3
Chương 2	
CHIẾN TRANH THỜI XƯA VÀ SỰ RA ĐỜI CỦA VẬT LÝ HỌC	8
Chương 3	
CƠ SỞ VẬT LÝ CỦA VŨ KHÍ THỜI XƯA	27
Chương 4	
SỰ PHÁT TRIỂN VÀ SỤP ĐỔ CỦA ĐẾ CHẾ LA MÃ VÀ NHỮNG CUỘC CHIẾN TRANH ANH-PHÁP NGÀY XƯA	42
Chương 5	
THUỐC SÚNG VÀ ĐẠI BÁC	57
Chương 6	
BA NGƯỜI ĐI TRƯỚC THỜI ĐẠI	69
Chương 7	
TỪ SÚNG ỐNG SƠ KHAI ĐẾN VŨ KHÍ HỦY DIỆT TOÀN BỘ	90
Chương 8	
TÁC ĐỘNG CỦA CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP	113
Chương 9	
VŨ KHÍ CỦA NAPOLEON VÀ NHỮNG ĐỘT PHÁ MỚI VỀ VẬT LÝ HỌC	128
Chương 10	
CUỘC NỘI CHIẾN NƯỚC MỸ	147
Chương 11	
VIÊN ĐẠN BAY ĐI ĐÂU?	174
Chương 12	
HÊ, NHÌN ĐI... NÓ BAY KÌA!	193
Chương 13	
CUỘC CHIẾN SÚNG MÁY – THẾ CHIẾN THỨ NHẤT	215
Chương 14	
CÁC TIA VÔ HÌNH	236
Chương 15	
SONAR VÀ TÀU NGẦM	253
Chương 16	
ĐẠI CHIẾN THẾ GIỚI: THẾ CHIẾN II	268
Chương 17	
BOM NGUYÊN TỬ	298
Chương 18	
BOM KHINH KHÍ, TÊN LỬA LIÊN LỤC ĐỊA, LASER VÀ TƯƠNG LAI	333
GHI CHÚ THAM KHẢO	363

LỜI NÓI ĐẦU

Tôi nói với một người bạn rằng tôi đang viết một quyển sách về vật lí học và chiến tranh. “Vật lí học thì liên quan gì tới chiến tranh chứ?” anh ta hỏi ngay. “Ồ, ý anh muốn nói bom nguyên tử,” anh ta bồi thêm. Và quả vậy, đa số mọi người đều biết rằng vật lí học có dính dáng với bom nguyên tử. Nhưng trên thực tế nó có nhiều đóng góp hơn ngoài bom nguyên tử, và không phải đóng góp nào cũng dẫn tới sự ra đời của vũ khí tấn công gây thiệt hại và tai ương. Nó còn giúp ích cho việc phòng thủ, và một trong những ví dụ tốt nhất cho điều này chính là phát minh radar ngay trước Thế chiến II. Nó cho phép người Anh dõi theo các máy bay Đức đang tới và có hành động phòng thủ trước chúng. Phát minh radar rõ ràng đã cứu sống hàng nghìn sinh mạng trong Trận không chiến nước Anh. Khám phá tia X của Röntgen cũng giữ một vai trò lớn trong chiến tranh, và rõ ràng nó cứu sống nhiều mạng người.

Và không phải chỉ vũ khí hiện đại mới hoạt động theo các nguyên lí vật lí. Mặc dù biết không bao nhiêu về vật lí học, nhưng các nền văn minh xa xưa, ví dụ như người Ai Cập, người Assyria, người Hi Lạp, và người La Mã, đã sử dụng vật lí học khi nghĩ ra các vũ khí của họ. Thật vậy, xuyên suốt lịch sử vật lí học giữ một vai trò quan trọng trong việc phát triển vũ khí.

Khi các nguyên lí cơ bản của vật lí học được khám phá bởi những con người như Galileo, Newton, Huygens, Einstein, và những người khác, nó đã trở thành một khoa học được xây dựng kiên cố trên một nền tảng vững chắc. Tuy nhiên, đồng thời nó cũng trở nên phức tạp hơn và khó hiểu hơn. Thế nhưng điều quan trọng là mọi người, chứ không phải các nhà khoa học, hiểu được, chí ít đến một chừng mực nào đó, những gì đang diễn ra trong thế giới khoa học, và tôi hi vọng quyển sách này sẽ giúp ích về phương diện này. Tôi cũng muốn

nhắc rằng mặc dù vật lí học được sử dụng rộng rãi trong chiến tranh, nhưng nó có nhiều ứng dụng cho sự thịnh vượng của loài người.

Tôi cố gắng dùng hình thức kể chuyện, ở càng nhiều chỗ càng tốt, để làm cho quyển sách dễ đọc và hào hứng hơn. Tôi sử dụng một vài công thức thôi; tôi hi vọng chúng không làm bạn sợ. Tôi nêu chúng ra cho những ai đặc biệt quan tâm đến các chi tiết vật lí học ẩn sau các món vũ khí. Bạn có thể bỏ qua chúng mà không ảnh hưởng gì.

Cuối cùng, tôi muốn cảm ơn họa sĩ của tôi, Lori Beer, vì phần công việc tuyệt vời với các hình vẽ. Tôi cam đoan rằng chúng sẽ giúp cho đa số mọi người.

CHƯƠNG 1

GIỚI THIỆU

Trận chiến được ghi chép đầu tiên trong lịch sử thế giới xảy ra vào năm 1457 trước Công nguyên trên Đồng bằng Esdraelon, gần đô thị Megiddo thuộc Syria ngày nay. Nó thường được gọi là Trận chiến Megiddo. Megiddo, cùng với một số đô thị khác thuộc Palestine và Syria, hình thành một liên minh dưới quyền Ông hoàng Kadesh, và quyết tâm tách khỏi Ai Cập. Nhà vua Ai Cập, Thutmose III, quyết ngăn chặn cuộc nổi loạn ấy. Với đội quân gồm mười nghìn đến mười lăm nghìn người, bao gồm bộ binh, cung thủ và kỵ binh, ông cho quân tiến về Megiddo, áp sát trong phạm vi vài dặm trong tháng Tư. Khi quân đồn trú tại một nơi gọi là Yaham, Thutmose đã hội ý với các tướng lĩnh của ông. Có ba lộ trình từ Yaham đến Megiddo; hai lộ trình tương đối dễ dàng, còn một lộ trình thứ ba, ngắn hơn đi xuyên qua vùng núi non, thì khá khó khăn. Một đoạn của lộ trình này đi qua một khe núi rất hẹp, nơi đó các chiến binh của ông phải băng qua theo hàng một. Ngoài ra, kỵ binh sẽ phải xuống ngựa và đi phía trước dắt ngựa theo sau. Nếu chọn lộ trình này thì quân lính có thể bị tổn thất nặng nề một khi Ông hoàng Kadesh cho quân tập kích. Các tướng lĩnh của Thutmose khuyên ông nên chọn một trong hai lộ trình dễ đi. Tuy nhiên, Thutmose nhận thấy Ông hoàng Kadesh và phe cánh của ông ta sẽ không trông đợi quân Ai Cập băng qua vùng núi non vì địa hình hiểm trở của nó. Có khả năng họ sẽ tập kích ở đâu đó trên hai lộ trình kia. Vì thế, trước sự thất vọng của các tướng lĩnh, vua Thutmose ra lệnh cho quân tiến xuyên qua vùng núi.¹

Và thật vậy, Thutmose đã đúng. Lính của Ông hoàng Kadesh tập kích tại đoạn cuối của hai lộ trình dễ đi. Ông hoàng đã chia quân lực làm hai nhóm, với một nửa ở phía bắc và một nửa ở phía nam. Hơn nữa, ông gần như chẳng để lại quân bảo vệ thành Megiddo.

Ngày hôm sau, Thutmose đưa quân đi qua khe núi hẹp, và khi họ tiến vào vùng đất trống, với thành Megiddo ngay trước mắt, họ thấy nó hầu như chẳng có phòng thủ. Nhưng Thutmose chưa muốn công thành ngay. Ông muốn tiêu diệt quân lực của Kadesh. Trong đêm muộn, ông cho quân hạ trại thâu đêm và chuẩn bị chiến đấu vào sáng hôm sau. Ông chia quân thành ba cánh và di chuyển nhanh để đánh vào mạn sườn của hai nhánh quân lực của Ông hoàng Kadesh. Bị đánh úp bất ngờ từ hướng không lường trước, quân Kadesh vỡ trận. Tàn quân kéo tràn về thành phố.²

Thutmose cho quân truy đuổi, và lúc tiến tới thành Megiddo, ông có thể thấy nhiều quân đã bị mắc kẹt ngoài thành. Quân giữ thành đã nhìn thấy tàn quân tràn đến và mở cổng thành, nhưng khi quân Thutmose vừa đến trong tầm nhìn thì họ lập tức đóng cổng thành, để lại nhiều quân bên ngoài thành. Tuy nhiên, dân cư trong thành phản ứng rất nhanh; họ thả các sợi dây làm bằng vải để kéo những người lính còn mắc kẹt lên tường thành.

Thutmose muốn công thành, nhưng lúc ấy phần lớn quân lính của ông đang cướp bóc doanh trại kẻ thù, lấy đi bất cứ thứ gì họ vớ được. Lúc ông cho ổn định lại quân tình thì phần đông kẻ thù, kể cả Ông hoàng Kadesh, đã an toàn trong thành, với tường thành cao, vững chắc bao xung quanh. Thutmose nhận thấy công thành trực tiếp là tự sát, nên ông cho vây hãm thành. Quân của ông có nhiều lương thực, và quanh thành có sẵn nguồn cung lương. Nhưng người trong thành thì bị cắt nguồn lương thực, nên chuyện họ thiếu thức ăn và nhu yếu phẩm chỉ còn là vấn đề thời gian. Cuộc vây thành kéo dài bảy tháng, cuối cùng thì dân cư trong thành và tàn quân đầu hàng. Tuy nhiên, lúc ấy, bằng cách nào đó ông hoàng Kadesh đã trốn thoát.

Trận chiến diễn ra lâu hơn ông hi vọng. Tuy nhiên, Thutmose đã tiêu diệt được quân Kadesh, và ông chiếm được thành Megiddo.

TÓM TẮT QUYỂN SÁCH

Giống như mọi nhà cầm quyền và mọi tướng lĩnh khác, Thutmose III đang tìm cái gì đó sẽ đem lại cho ông thế thượng phong, và ông đã tìm thấy nó. Trong trường hợp này đó là một chiến thuật cho mang cho ông yếu tố bất ngờ. Xuyên suốt bề dày lịch sử, và thậm chí ngày nay, các nhà quân sự dự tính chiến tranh, hay tham chiến, vẫn đi tìm một loại lợi thế nào đó so với kẻ thù của họ. Trong khi Thutmose lấy chiến thuật bất ngờ làm ưu thế, thì trong đa phần lịch sử các nhà quân sự đi tìm một “vũ khí thần kì” mới; nói ngắn gọn là một vũ khí mà quân thù không có. Như chúng ta sẽ thấy trong quyển sách này, thường thì vật lí học cung cấp lộ trình đưa đến vũ khí mới này. Vật lí học và khoa học nói chung thật sự có giá trị to lớn đối với các nhà cầm quân. Nó giúp họ hiểu rõ hơn đường đạn nên họ có thể ngắm bắn tốt hơn; nó đem lại cho họ radar để họ có thể phát hiện quân thù trước khi họ bị phát hiện; nó giúp họ hiểu rõ phổ điện từ để họ có thể sử dụng bức xạ trong các ứng dụng quân sự đa dạng; nó giúp họ hiểu khoa học tên lửa và động cơ phản lực, và hiểu được những bí ẩn sâu sắc bên trong nguyên tử để họ có thể chế tạo những loại bom có sức hủy diệt khủng khiếp.

Quyển sách này cung cấp một cái nhìn tổng thể của đa số phân ngành vật lí học, và nó trình bày chúng được sử dụng như thế nào cho các ứng dụng quân sự. Quyển sách cũng tóm tắt lịch sử chiến tranh xuyên suốt từ những cung tên đầu tiên và xe ngựa cho đến bom nguyên tử và bom khinh khí. Chúng ta bắt đầu ở chương 2 với Ai Cập, Assyria và Hi Lạp ngày xưa. Chúng ta sẽ đi qua một số món vũ khí thú vị của họ, ví dụ như máy ném đá, súng bắn đá, và máy bắn đá, tất cả đều liên quan đến các nguyên lí cơ bản của vật lí học.

Ở chương 4 chúng ta tìm hiểu sự phát triển và sụp đổ của nền tảng quân sự đồ sộ nhất tính cho đến khi ấy, đó là Đế chế La Mã. Các trận chiến Anh-Pháp ngày xưa cũng được nói đến trong chương này; một trong những trận chiến nổi tiếng nhất trong số này là Trận Agincourt, trong đó quân Anh sử dụng cung tên nên có quân lực mạnh hơn. Đó là vũ khí mới bí mật của họ.

Trong chương 5 chúng ta chứng kiến sự ra đời của những công nghệ mới đã làm thay đổi hoàn toàn bản chất của chiến tranh: thuốc súng và đại bác. Thật vậy, đại bác hiệu nghiệm đến mức chúng đã đưa đến những cuộc chiến kéo dài cả trăm năm. Tuy nhiên, ở giai đoạn này, ta không thể nói vật lý học có những đóng góp to lớn cho nghệ thuật chiến tranh bởi vì, nói chung, nó không tồn tại. Nhưng như chúng ta sẽ thấy trong chương 6, ba con người, trong đó có Galileo, đã đưa đến những tiến bộ quan trọng và giúp xây dựng cho vật lý học một nền tảng vững chắc hơn nhiều.

Với những tiến bộ này, chiến tranh trở nên thường xuyên hơn trên khắp châu Âu. Súng có nòng rãnh xoắn được cải tiến đáng kể, bắt đầu với súng hỏa mai và kết thúc với súng kíp sau đó vài năm. Ngoài ra, tàu thuyền lúc này được đóng to hơn, và chúng sớm được trang bị đại bác. Thêm nữa, với những khám phá của William Gilbert liên quan đến lực từ, người ta hiểu rõ hơn sự định vị trên biển, nên các thủy thủ bây giờ có thể hướng mũi thuyền vào những vùng biển mới mà không lo bị lạc hướng.

Rồi với những khám phá nổi bật của Isaac Newton, vật lý học phát triển đến những tầm cao nhận thức mới. Những khám phá của ông được nói tới trong chương 7. Sau đó là Cách mạng Công nghiệp, được trình bày trong chương 8. Trong khoảng thời gian chưa tới một trăm năm, thế giới văn minh đã thay đổi rất nhiều. Đặc biệt, một vài kỹ thuật mới, trong đó có sự sản xuất hàng loạt, đã khiến chiến tranh còn tàn khốc hơn nữa.

Trong chương 9, chúng ta bàn về Napoleon cùng với các vũ khí và chiến thuật của ông. Không nghi ngờ gì nữa, Napoleon là một trong những chiến lược gia quân sự vĩ đại nhất lịch sử, nhưng lạ thay ông không cho ra đời nhiều vũ khí mới cách tân. Cùng khoảng thời gian này, một cuộc cách mạng khác đang diễn ra trong lĩnh vực vật lý học, và nó sẽ đưa đến một sự thay đổi khủng khiếp trong lĩnh vực chiến tranh. Nó bắt đầu với việc khám phá rằng dòng điện có thể được tạo ra bởi một dụng cụ đơn giản gọi là cột Volta. Không bao lâu sau, hiện tượng mới lan tỏa khắp châu Âu, và nhanh chóng thu hút sự chú ý của những tài năng vật lý vĩ đại: Oersted, Ohm, Ampere, và Faraday. Máy

phát điện, động cơ điện và các dụng cụ điện khác lần lượt ra đời, và tất nhiên, cuối cùng chúng trở thành tâm điểm cho chiến tranh.

Trong chương 10, ta nói về cuộc nội chiến nước Mỹ, đó là cuộc chiến tàn khốc nhất từng diễn ra trên đất Mỹ. Vào lúc này rất nhiều tiến bộ đã ra đời, trong đó có cò súng, chúng nhanh chóng đưa đến những khẩu súng có rãnh xoắn chính xác và nguy hiểm hơn nhiều, cùng với sự triển khai đầu tiên của tàu ngầm, khí cầu, và điện báo trong chiến tranh.

Trong chương 12, ta bàn về máy bay. Thế chiến thứ nhất nổ ra chỉ một thập kỉ sau chuyến bay đầu tiên của anh em nhà Wright. Và chẳng mất bao lâu để máy bay được sử dụng trong chiến tranh. “Không chiến” sớm trở nên phổ biến, và máy bay giữ một vai trò then chốt trong chiến tranh kể từ đó. Nhiều vũ khí mới khác cũng được phát triển trong Thế chiến thứ nhất. Chúng bao gồm những khẩu đại bác mới đồ sộ, các xe tăng đầu tiên, khí độc và bom cháy.

Không bao lâu sau Thế chiến thứ nhất, radar được phát triển, và cuối cùng thì nó giữ một vai trò trọng yếu trong chiến tranh. Cùng với radar là sự cải tiến to lớn về tàu ngầm, và triển khai sử dụng sonar. Tàu ngầm hoạt động rất hiệu nghiệm cho quân Đức trong Thế chiến thứ nhất và lúc bắt đầu Thế chiến thứ hai.

Đến năm 1939, một cuộc chiến khác, khốc liệt hơn, đó là Thế chiến thứ hai, đã đưa đến các vũ khí mới mang tính hiện tượng học. Những phát triển này bao gồm các tiến bộ quan trọng về radar, những máy bay phản lực đầu tiên, những tên lửa đầu tiên, các máy vi tính cỡ lớn đầu tiên, và tất nhiên, cả bom nguyên tử nữa. Toàn bộ những vấn đề này sẽ được đề cập đến.

Cuối cùng, trong chương cuối, chúng ta sẽ bàn về bom khinh khí và một số vũ khí có thể có trong tương lai.

CHƯƠNG 2

CHIẾN TRANH THỜI XƯA VÀ SỰ RA ĐỜI CỦA VẬT LÝ HỌC

Như chúng ta sẽ thấy trong tập sách này, mỗi thời đại có “vũ khí thần kì” của nó, và một trong những vũ khí thần kì ra đời sớm nhất là xe ngựa. Được kéo bởi hai hoặc ba con ngựa, xe ngựa cho phép các chiến binh di chuyển nhanh. Xe ngựa thường được điều khiển bởi một phu xe và mỗi cung thủ được trang bị số lượng lớn mũi tên. Các xe ngựa di chuyển nhanh sẽ lao vào bộ binh của phe địch trong khi cung thủ bắn tên, gây ra sự hỗn loạn. Giống như xe tăng ngày nay, xe ngựa trở thành vũ khí chính của quân lực ngày xưa. Hàng nghìn xe ngựa đã tham gia vào các trận chiến ngày xưa.

TRẬN KADESH

Một trong những trận chiến xe ngựa lớn nhất thế giới xảy ra vào năm 1274 trước Công nguyên gần làng Kadesh (thuộc Syria ngày nay). Có hơn năm nghìn xe ngựa tham chiến. Quân Ai Cập hùng mạnh được chỉ đạo bởi vị tướng 25 tuổi Ramses II. Ông kiêu căng, liều lĩnh nhưng thiếu kinh nghiệm. Phe bên kia là lực lượng Hittite dưới lệnh Muwatallis II, một vị tướng đã kinh qua nhiều trận mạc và có kinh nghiệm đáng gờm. Ramses thống lĩnh một lực lượng gồm khoảng ba mươi lăm nghìn quân, trong đó có khoảng hai nghìn xe ngựa và số lượng lớn cung thủ. Quân Hittite gồm hơn hai mươi bảy nghìn người và gần ba nghìn năm trăm xe ngựa. Xe ngựa của phe Ai Cập chở được hai quân, và chúng nhẹ hơn, nhanh hơn, và cơ động hơn xe ngựa của phe Hittite vốn được chế tạo để chở ba quân.

Ramses chia quân làm bốn cánh, mỗi cánh được đặt theo tên một vị thần Ai Cập: Amun, Re, Seth, và Ptah. Ông còn có một cánh lính đánh thuê tên

là Ne'arin. Dưới quyền chỉ huy của Ramses, quân của ông bắt đầu một trận chiến kéo dài một tháng đánh về Kadesh. Khi còn cách Kadesh chừng bảy dặm, quân Ramses bắt được hai nhóm người du cư Bedouin, họ cho biết từng bị bắt vào quân Hittite nhưng rồi trốn thoát. Ramses thẩm vấn họ và ông cảm thấy hả dạ khi họ cung cấp tin rằng quân Muwatallis còn cách 135 dặm ở một nơi gọi là Aleppo. Thêm nữa, họ khai rằng Muwatallis ngán sợ Ramses cùng quân của ông.

Điều này khiến Ramses thêm kiêu ngạo, vì nó có nghĩa là ông có thể chiếm lấy Kadesh mà không phải chạm trán quân Hittite. Không hề xác nhận câu chuyện được nghe kể, ông cho quân tiến nhanh. Thật vậy, ông hăm hở đến mức ông cùng quân cận vệ sớm bỏ xa phần lớn lính của ông đằng sau. Gần đến đích là dòng sông Orontes, con sông khó vượt qua ở đa số khúc sông, nhưng có thể vượt được ở gần Kadesh. Ramses cùng nhóm ít quân cận vệ của ông vượt sông, sau đó đi xuyên qua một khu rừng đến một nơi đồng trống, từ đó ông có thể nhìn thấy Kadesh. Ông hạ lệnh dựng trại, và trong một khoảng thời gian ngắn thì cánh quân Amun của ông đuổi kịp đến nơi, nhưng các cánh quân kia vẫn còn tương đối xa phía sau.

Khi quân lính đang dựng trại thì cận vệ của Ramses áp giải hai tên lính Hittite đến trước mặt ông. Ramses bắt đầu thẩm vấn chúng, nhưng chúng không chịu nói năng gì. Chỉ sau khi chịu tra tấn chúng mới mở lời, và lời chúng khai khiến Ramses bị sốc. Chúng khai rằng quân Hittite tập trung ở phía sau thành cổ Kadesh với bộ binh và xe ngựa, và số lượng quân nhiều hơn số hạt cát trên bãi biển.

Ramses khó mà tin nổi cái ông đang nghe. Hai nhóm du mục Bedouin mà ông tiếp xúc trước đó đã lừa dối, và thật vậy Muwatallis đã cử họ tới để giăng bẫy. Ramses lúc này còn cách Kadesh vài ba dặm, và ông chỉ có một nửa quân lực trong tay. Chẳng nghi ngờ gì nữa, quân Hittite sẵn sàng tấn công ngay. Ramses phái người đi hối thúc các cánh quân còn lại. Tuy nhiên, ông biết cánh quân Ptah cách không xa lắm, và với nó thì ông có ba phần tư quân lực trong tay rồi nên ông chẳng hề lo lắng.

Trong khi đó, Muwatallis chia quân của ông thành hai cánh chủ lực. Một cánh đánh vào mạn sau của quân Ai Cập; cánh kia, do chính Muwatallis chỉ huy, gồm lực lượng một nghìn xe ngựa và số lượng lớn lính bộ, đánh vào mạn sườn, ngăn quân Ai Cập tháo lui.

Quân Hittite dàn thành thế trận, rồi tấn công. Cánh quân Re, đang rải rác phía sau, vừa mới ra khỏi rừng tiến vào vùng đất trống. Hai nghìn năm trăm xe ngựa Hittite càn qua; quân Ai Cập chẳng biết cái gì càn qua họ. Sự hoảng loạn bao trùm lên quân sống sót khi quân Hittite tàn sát phần lớn họ. Tàn dư của cánh quân chạy về nơi an toàn của doanh trại chính thuộc phe Ai Cập, nhưng quân Hittite đuổi theo. Ramses được quân cận vệ bao xung quanh, họ là những người lính giỏi nhất trong quân lực của ông. Các xe ngựa Hittite càn thẳng về phía ông bất chấp các lính cận vệ giỏi giang kia, số lượng lớn lính này nhanh chóng bị tiêu diệt.

Ramses đang hối hả điều tướng khi cuộc tấn công ập đến, song ông nhanh chóng ổn định quân tình, và với số quân còn lại ông cho phản công. Tuy nhiên, ông thật sự có một vài lợi thế: các xe ngựa của ông nhanh hơn và dễ điều khiển hơn các xe ngựa Hittite. Hơn nữa, các cung thủ của ông có cung tên tương đối mạnh, và trong thời gian ngắn họ đã gây tổn thất nặng nề cho phe Hittite.

Lạ thay, lính bộ Hittite, lực lượng đảm bảo thế trận, không tấn công nữa mà bắt đầu cướp bóc lều trại Ai Cập. Vì thế, họ dễ dàng trở thành mục tiêu cho phe Ai Cập phản công. Họ nhanh chóng bị chặn đường, với phần nhiều chết trên chiến trường. Trận chiến bắt đầu là cuộc thăm sát cho quân Muwatallis II, giờ lại chuyển cán cân sang phe Ai Cập. Tuy nhiên, Muwatallis ra lệnh một đợt tấn công nữa. Trong khi ấy, cánh quân Ne'arin của Ramses tới nơi, đem lại sức mạnh trọn vẹn cho quân của ông, và họ phản công toàn lực. Quân Hittite bị áp đảo, và nhiều quân tháo chạy về hướng Kadesh.

Thế nhưng Muwatallis II chẳng dễ gì bỏ cuộc. Tuy nhiên, phần lớn xe ngựa của ông lúc này đang ở bờ bên kia sông Orontes. Họ phải vượt sông để

tấn công phe Ai Cập. Ramses quan sát tình thế và quyết định để phe địch tấn công; ông đã có sẵn kế sách. Ông để các xe ngựa Hittite vượt sông, vì biết rằng lúc leo bờ sông dốc về phía quân Ai Cập thì các xe ngựa sẽ phải chậm lại. Chính vào lúc này, Ramses hạ lệnh cho xe ngựa của ông tấn công, và họ nhanh chóng dồn quân Hittite xuống nước, gây tổn thất nặng nề.

Muwatallis ra lệnh tiếp tục tiến lên, và một lần nữa quân của ông bị đẩy lùi, lần này bị tổn thất còn nặng hơn. Thật vậy, trong ba tiếng đồng hồ sau đó, Muwatallis tiếp tục chiến thuật cũ, cho đến khi phần lớn tướng lĩnh của ông bỏ mạng và nhiều phu xe thiệt mạng, số nhiều là chết đuối. Cuối cùng, khi cánh quân Ptah, cánh quân đi sau cùng của quân Ai Cập tới nơi, thì phe Muwatallis không còn hi vọng nữa. Ông cho lui binh, nhiều quân về đến vùng an toàn ở Kadesh, cùng với số khác tiếp tục lên đường về Aleppo.

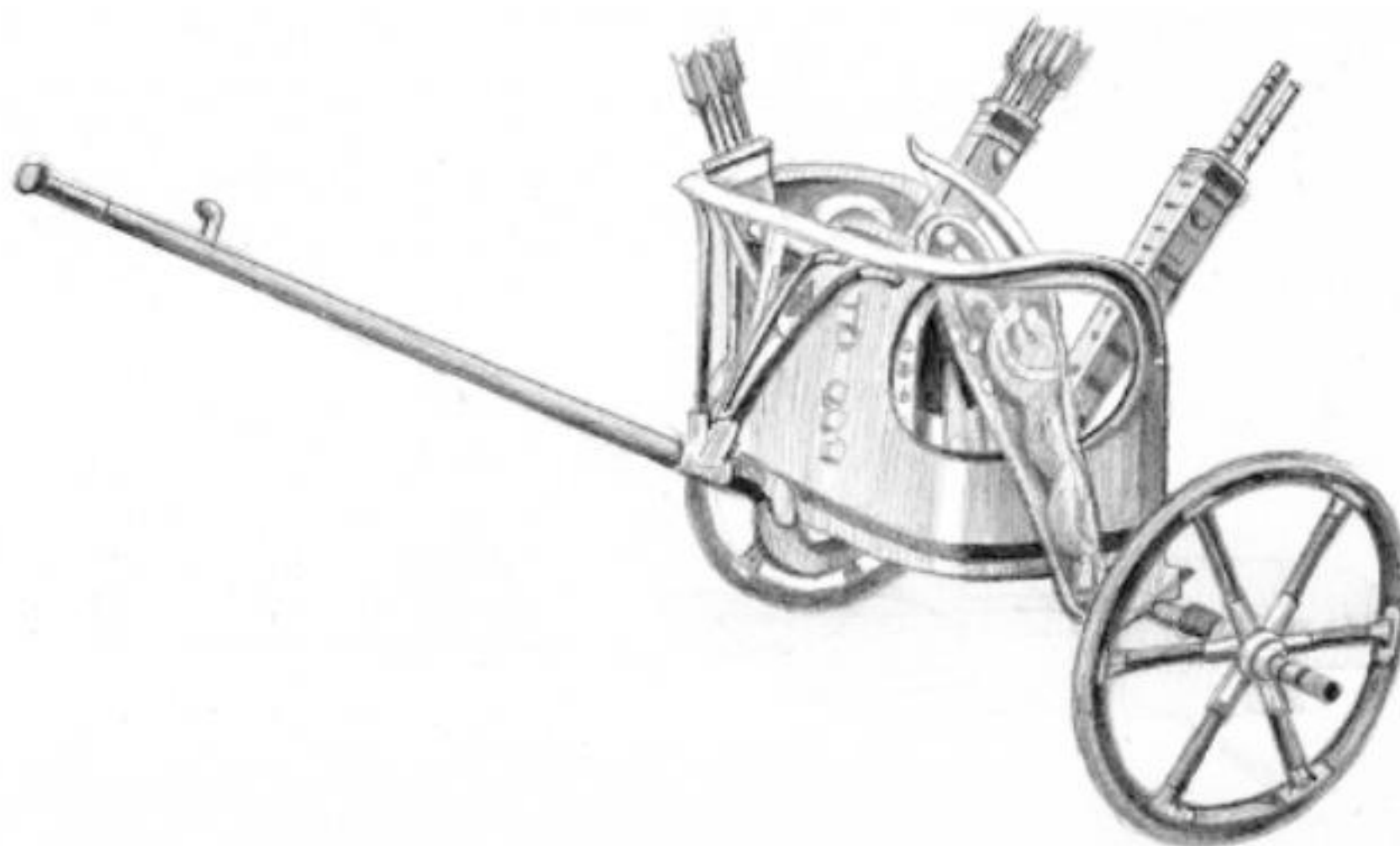
Trận này Ramses cũng mất nhiều quân. Ông quyết định không tấn công Kadesh mà hồi quân về Ai Cập. Cả hai tướng lĩnh đều nói họ thắng trận, và, thật vậy, Ramses đã áp đảo quân Hittite, nhưng ông chưa đạt được mục tiêu là chiếm thành Kadesh. Mặt khác, Muwatallis tuyên bố ông đã chặn đứng quân Ai Cập, và thật vậy, họ đã rút quân.¹

VŨ KHÍ THẦN KÌ

Xe ngựa rõ ràng giữ một vai trò to lớn trong Trận Kadesh, nhưng trong nhiều năm sau đó nó tiếp tục là một vũ khí chiến tranh chủ lực. Và chắc chắn khi lần đầu tiên xuất hiện trên trận mạc, nó đã gây ra sự khiếp đảm cho quân địch. Đa phần xe ngựa buổi đầu được chế tạo cho hai người, nhưng sau đó các xe ngựa chở ba và thậm chí bốn người đã được sử dụng.

Đa số mọi người quen thuộc với xe ngựa từ bộ phim *Ben Hur*, với ngôi sao điện ảnh Charlton Heston. Trong phim có một cuộc đua xe ngựa kéo dài chín phút đầy hào hứng đã trở thành một trong những thước phim nổi tiếng nhất trong lịch sử điện ảnh, và chắc chắn nó đã giúp các khán giả hình dung được cảm giác điều khiển xe ngựa là như thế nào.

Mặc dù xe ngựa ban đầu là một vũ khí thần kì, nhưng chẳng bao lâu thì nhiều quân đội đã có chúng. Vì thế, tất nhiên người ta bắt đầu tìm kiếm một vũ khí thần kì mới. Lúc bấy giờ, các nhà chế tạo vũ khí không thể chuyển sang khoa học được bởi vì khoa học chưa ra đời. Tuy vậy, việc tìm kiếm vẫn diễn ra theo hướng nhắm tới một món vũ khí mới sẽ làm kẻ thù chấn động và khiếp đảm. Thật vậy, quá trình ấy là một chu trình lặp vô tận.



Một xe ngựa thời xưa

ĐỒNG, ĐỒNG THIẾC, VÀ SẮT

Thật vậy, các vũ khí thần kì đã xuất hiện. Chẳng nghi ngờ gì nữa, những vũ khí xưa nhất chính là những cái giáo bằng gỗ và những con dao sắc nhọn làm bằng đá, rồi vào khoảng năm 5.000 trước Công nguyên, người dân ở Ba Tư và Afghanistan bắt đầu tìm thấy những tảng đá lạ có thể chế tác thành những hình dạng khác nhau, và họ sớm phát hiện vật liệu ấy có thể nấu chảy ở một nhiệt độ tương đối khiêm tốn. Đó là cái ngày nay chúng ta gọi là đồng, và nó sớm giữ một vai trò to lớn trong cuộc sống của người dân thời kì ấy. Đồng có thể được đúc khuôn thành nhiều hình dạng khác nhau. Nhưng nó mềm, nên dao làm bằng đồng sẽ không giữ được sắc lâu. Người ta cần cái gì đó cứng hơn, và có lẽ do may mắn, hoặc có thể do chịu khó thử nghiệm, người ta phát hiện

khi thêm một kim loại mềm hơn, tức là thiếc, vào với đồng ở trạng thái nóng chảy, thì kết quả là một kim loại mới, đồng thiếc, cứng hơn cả đồng hoặc thiếc. Đồng thiếc sớm được người ta dùng làm dao, giáo mác, và các vũ khí khác cạnh sắc nhọn.²

Khoa học kim loại, hay ngành luyện kim như người ta thường gọi, sớm ra đời. Búa, dao găm, khiên, và cả mũ đội được đúc bằng đồng thiếc, và chúng sớm trở thành vũ khí thần kì mới của chiến tranh. Tuy nhiên, theo năm tháng, người ta quan tâm đến một khoáng chất màu nâu đỏ có thể tìm thấy ở gần mặt đất, và cuối cùng người ta biết nó có thể khai thác được và luyện thành một kim loại mới khác, đó là sắt. Khó nói chính xác được thời đại Đồ Sắt bắt đầu từ khi nào. Sắt được biết tới từ năm 3.000 trước Công nguyên, nhưng mãi đến khoảng năm 1.200 trước Công nguyên thì các kĩ thuật luyện thích hợp mới được phát triển. Luyện sắt khó hơn luyện đồng do nhiệt độ nóng chảy của sắt cao hơn. Ngoài ra, khi lần đầu tiên người ta thu được sắt ở một dạng tương đối tinh khiết, nó không cứng hơn đồng thiếc nhiều lắm, nhưng rồi người ta biết nếu pha thêm carbon vào nó thì nó trở nên cứng hơn nhiều.

Một trong những thứ khiến người ta đi tìm một kim loại tốt hơn đồng thiếc là vì thiếc tương đối hiếm, nên thường xuyên bị thiếu hụt. Một lí do nữa là những quốc gia không chế tạo nổi hàng nghìn xe ngựa cần có các vũ khí có thể chống lại sự áp đảo của xe ngựa. Lính bộ không đánh nổi xe ngựa, nhưng một số tướng lĩnh bắt đầu tin rằng với vũ khí thích hợp thì chuyện đó là có thể. Và khi các nhà luyện kim biết rõ thêm về sắt, và biết cách gia cố nó với carbon, những thanh gươm và giáo mác dài hơn nhiều đã ra đời cùng với các tấm khiên sắt mà mũi tên không thể xuyên qua. Và với chúng, lính bộ có thể được trang bị để chống lại xe ngựa. Với những tấm khiên có thể dễ dàng đỡ được tên, và mũ sắt bảo vệ đầu, lính bộ có thể tấn công xe ngựa bằng những thanh gươm và giáo mác dài bằng sắt.

NGƯỜI ASSYRIA

Xe ngựa tiếp tục là vũ khí chủ lực trong nhiều năm sau đó, nhưng một bước đột phá thật sự xảy ra khi các chiến binh trên lưng ngựa bắt đầu thách thức chúng. Trong số các kẻ thù chính của người Assyria là các nhóm người du mục và man rợ ở các quốc gia phía bắc. Cuộc sống của họ diễn ra trên lưng ngựa, và họ đặc biệt thành thạo việc cưỡi ngựa, thường biết cưỡi ngựa từ rất sớm. Và chẳng mấy chốc người ta biết rằng một kỵ sĩ trên lưng ngựa, được trang bị cung tên hoặc thanh gươm, thì có lợi thế hơn xe ngựa, vì người chiến binh trên lưng ngựa rất linh hoạt và có thể dễ dàng làm xe ngựa mất kiểm soát. Anh ta ở cao so với mặt đất, và với con ngựa ngay bên dưới, anh ta là một thế lực đáng gờm; ngoài ra, anh ta còn đổi hướng di chuyển nhanh, nhanh hơn cả xe ngựa.³

Ngày nay chúng ta gọi lực lượng chiến đấu trên lưng ngựa là kỵ binh, nhưng vào lúc ấy họ chưa được tổ chức thành cái mà chúng ta thường nghĩ là kỵ binh. Tuy nhiên, họ chiến đấu rất hiệu quả. Các chiến binh trên yên ngựa buổi đầu không sử dụng yên ngựa, họ vẫn khá thoải mái và ngồi cân bằng mà không cần yên. Bàn đạp ngựa còn xuất hiện muộn hơn nữa.

Các chiến binh trên lưng ngựa đến từ phương bắc thường xuyên quấy nhiễu người Assyria. Vì thế, người Assyria nhanh chóng phát triển kỵ binh riêng của họ. Người Assyria, sau này trở thành đế quốc hùng mạnh nhất trong vùng, có nguồn gốc từ Đế quốc Akkadian phát triển thịnh vượng ở gần thượng nguồn sông Tigris (gần Iraq ngày nay) và tồn tại cho đến khoảng năm 2.100 trước Công nguyên. Đế quốc Akkadian cuối cùng phân chia thành hai lãnh thổ: người Assyria ở phía bắc, và sau này người Babylon ở phía nam, nhưng người Assyria là tộc người đầu tiên thống trị trong vùng.

Vào những năm tháng buổi đầu của đế quốc Assyria, Thời đại Đồng Thiếc đang sinh sôi thịnh vượng và đa số vũ khí được làm bằng đồng thiếc. Theo năm tháng, sức mạnh trong vùng của người Assyria có lúc thăng lúc trầm, nhưng có hai thời kì họ đặc biệt hùng mạnh. Thời kì đế quốc hùng mạnh

thứ nhất của họ kéo dài từ năm 1.365 trước Công nguyên đến năm 1.076 trước Công nguyên. Trong thời gian này, quân đội của họ xâm chiếm phần lớn các nước xung quanh, bao gồm Ai Cập, Babylon, Ba Tư, Phoenicia, Arabia, và Israel. Nhưng sau năm 1.076 trước Công nguyên, sức mạnh Assyria thoái trào. Rồi, vào năm 911 trước Công nguyên, người Assyria một lần nữa phát triển cường thịnh. Đế quốc Assyria cuối cùng trở thành quân đội hùng mạnh nhất thế giới tính cho đến lúc bấy giờ. Sự hồi sinh của nó chủ yếu là nhờ công của Tiglath-pileser III, ông lên ngôi vào năm 745 trước Công nguyên.

Tiglath-pileser III bắt đầu đưa ra những thay đổi triệt để. Trước tiên, ông tăng cường hiệu lực của chính quyền Assyria. Sau đó, ông chuyển sự chú ý sang quân đội, lĩnh vực vốn đã yếu đi đáng kể theo năm tháng. Lúc này, quân đội đã có khá nhỏ về quy mô; khi cần một quân đội quy mô hơn, tân binh được tuyển chọn từ giới nông dân và bất cứ ai có thể tuyển được, và lính nhập ngũ thường ít được huấn luyện. Tiglath-pileser xây dựng một quân đội thường trực quy mô lớn, một trong những quân đội mạnh nhất trong lịch sử. Và lính tráng được cấp quân phục và một số vũ khí tối tân nhất thời đại. Ông còn cho tu sửa đường xá trên khắp đất nước Assyria.

Xe ngựa vẫn được sử dụng, nhưng Tiglath-pileser nhìn thấy ngay ưu thế của kỵ binh, ông cho thành lập ngay một lực lượng kỵ binh đồ sộ. Người Assyria không có nhiều kinh nghiệm với ngựa, và thoạt đầu họ gần như chẳng giỏi cưỡi ngựa như các tộc người man di. Nhưng qua huấn luyện kỹ thuật của họ tiến bộ dần. Thoạt đầu, lính kỵ binh Assyria chiến đấu theo cặp, với một người điều khiển ngựa còn người kia bắn tên. Nhưng chẳng bao lâu sau thì mỗi chiến binh đều có giáo nhọn và tự điều khiển ngựa của mình. Kỵ binh cuối cùng trở thành chủ lực của quân đội Assyria, với hàng nghìn lính kỵ binh trên lưng ngựa. Tất nhiên, điều này có nghĩa là cần có số lượng lớn ngựa, và Tiglath-pileser cũng quan tâm điều này. Những trang trại lớn đã được lập ra để nhân số lượng và chăm sóc ngựa.



Một chiến binh Assyria

Chẳng nghi ngờ gì nữa, Assyria là “quốc gia hiếu chiến” ngay từ khi khởi thủy. Thật vậy, phần lớn thời gian lúc đương thời, người Assyria luôn trong tình trạng chiến tranh. Và dưới quyền Tiglath-pileser, họ tiếp tục con đường chinh chiến của mình, xâm lược hết nước này đến nước khác. Tiglath-pileser không những xây dựng kị binh; ông còn củng cố đáng kể bộ binh. Lính bộ gồm cung thủ, lính mang khiên, lính ném đá, và lính cầm giáo mác. Lính ném đá được sử dụng thường xuyên để làm xao lãng quân địch. Những tấm khiên lớn được đa số quốc gia sử dụng để bảo vệ quân của họ trước mưa tên. Các mũi tên được bắn lên cao để chúng rơi xuống phe quân địch; vì thế, lính mang khiên phải giữ các tấm khiên chắn trên đầu để bảo vệ lính bộ. Tiglath-pileser sử dụng lính ném đá để ném đá thẳng về phía địch, và để bảo vệ mình họ phải

có những tấm khiên chắn bên dưới. Cung thủ Assyria khi đó sẽ bắn tên trên đầu của họ sao cho các mũi tên rơi xuống sẽ không bị lệch hướng bởi những tấm khiên của họ. Tiglath-pileser còn cho giáo binh xung trận; họ là lính tráng sử dụng các thanh giáo đặc biệt dài. Chúng dài hơn gươm và, do đó, khi dùng chúng trong tấn công, gươm kiếm sẽ mất tác dụng đối với chúng.⁴

Tuy nhiên, có một hạn chế nghiêm trọng đối với người Assyria. Vì nhiều quốc gia lúc ấy ở trong tình trạng chiến tranh nên các thành phố và thị tứ liên tục bị đe dọa xâm lược, không chỉ bởi những quốc gia khác, và còn bởi các láng giềng của chúng. Và chúng cần được bảo vệ. Với cái tôi to lớn và lối thức hung hãn, vua chúa và các nhà cai trị luôn hướng cái nhìn đói khát về nguồn tài nguyên và sự giàu có của láng giềng của họ và các nước lân bang. Một vài nhà cai trị cảm thấy thỏa mãn với cái họ có. Chiến tranh là lẽ tự nhiên, và họ gây chiến không chỉ để chiếm đoạt thêm đất đai, mà còn để xây dựng ngân khố của họ.

Người Assyria chắc chắn phạm phải điều này. Ngoài ra, toàn bộ kẻ thù của họ ở các nước xung quanh đều biết rằng họ là tộc người hung ác. Họ thường giết hết dân cư, và họ giết chóc không thương tiếc. Họ còn sử dụng sự lưu đày hàng loạt làm vũ khí trấn áp. Nếu có sự nổi dậy ở bất kì lãnh thổ nào mà họ xâm lược, họ sẽ cho lưu đày hàng nghìn con người sang những vùng lãnh thổ khác. Tiglath-pileser nổi tiếng với chuyện lưu đày này. Ví dụ, vào năm 744 trước Công nguyên, ông cho lưu đày sáu mươi lăm nghìn người từ Iran đến biên giới Assyria-Babylon, và vào năm 742 trước Công nguyên ông cho lưu đày ba mươi nghìn người từ Syria đến vùng núi Zagros thuộc Iran ngày nay.

Bởi những thực tế này, người ta không tiếc công sức xây dựng những tường thành đồ sộ bao quanh để bảo vệ các thị tứ hay thành phố của họ. Những tường thành này thường dày vài foot và cao ít nhất hai mươi foot. Thông thường mất khoảng vài ba năm để xây dựng chúng. Những tường thành xưa nhất được làm từ bùn trộn với các vật liệu đa dạng khác; chúng đủ dày để mang lại một sự bảo vệ nhất định, nhưng chẳng bao lâu thì chúng để lộ ra

điểm yếu. Bùn không bền cho lắm. Tuy nhiên, quân địch sẽ phải đi vòng qua thành phố nếu tường thành quá dày và cao. Nó thường gây nhiều rắc rối cho chúng.

Tuy nhiên, các tường thành chỉ là một thử thách đối với người Assyria. Họ đâu dễ dừng chân trước chúng, và họ sớm bắt đầu thiết kế và chế tạo các loại dụng cụ chiến tranh để vượt thành. Thật ra chúng chẳng gì hơn là những tấm ván khổng lồ làm bằng gỗ. Ở góc độ nào đó, chúng na ná như một cỗ xe tăng khổng lồ trên các bánh xe. Chúng thường có bốn bánh xe, nhưng một số phiên bản sau này có đến sáu bánh xe. Và bởi vì chúng quá lớn và nặng nề nên thường cần hàng nghìn lính tráng để di chuyển chúng.

Trông chúng thật kinh hãi, và lính giữ thành thường chiến đấu với bất cứ thứ gì họ có. Binh lính phải đẩy các dụng cụ phá thành đến gần tường thành, và rõ ràng người đẩy và bất cứ ai ở bên trong cần được bảo vệ trong khi chúng đang tiến lên, vì lính giữ thành sẽ tấn công họ bằng cung tên và ném đá, và khi dụng cụ phá thành tiến sát đến tường thành họ sẽ cố đốt cháy nó. Để bảo vệ, người Assyria chế ra những cái tháp nhỏ trên chóp của dụng cụ phá thành làm chỗ cho cung thủ của họ. Những cung thủ này sẽ bắn trả vào lính giữ thành khi dụng cụ phá thành di chuyển về phía trước.

Khi tháp phá thành, thường cao vài ba tầng, tiến tới tường thành, một phiến gỗ khổng lồ với một “mấu” sắt (hoặc đồng thiếc) liên tục móc lên tường thành. Nó được một lực lượng đông binh lính kéo đẩy. Từ từ nó sẽ làm sập tường thành, và khi tường thành sập, trận đánh giáp lá cà sẽ diễn ra giữa quân Assyria và quân giữ thành. Tất nhiên lửa là một vũ khí chủ lực của quân giữ thành, vì thế quân Assyria phải che máy phá thành của họ bằng một tấm da thú lớn được giữ ẩm.

Theo năm tháng, các tường thành được xây dựng ngày càng dày hơn, và cuối cùng người ta xây thành bằng đá. Nhưng quân Assyria chế ra các máy phá thành ngày càng to hơn với mấu kim loại có sức công phá khỏe hơn. Khi thành đá được tăng cường xây dựng cho các đô thị thì càng khó khăn cho máy phá

thành hạ được chúng. Tuy nhiên, chúng liên tục có một số thành công nhất định. Một trong những cỗ máy phá thành đồ sộ nhất thế giới cổ đại là *helepolis* của người Hi Lạp; cao hơn một trăm foot và để nó cân bằng không lật nhào, nó đồ sộ hơn nhiều so với vũ khí công thành của người Assyria.

Theo thời gian, Đế quốc Assyria bắt đầu suy yếu. Nó sụp đổ vào khoảng năm 610 trước Công nguyên.

NGƯỜI HI LẠP VÀ SỰ RA ĐỜI CỦA VẬT LÝ HỌC

Trong khi Đế quốc Assyria dần suy tàn, thì các quốc gia khác bắt đầu phồn thịnh, bao gồm Babylon, Đế quốc Ba Tư, tồn tại đến năm 330 trước Công nguyên, và Phoenicia, quốc gia trên biển tồn tại đến khoảng năm 539 trước Công nguyên. Nhưng nền văn minh cổ đại có ảnh hưởng to lớn nhất đối với vật lý học là Hi Lạp, quốc gia bao gồm các thị thành bắt đầu nổi lên vào khoảng năm 800 trước Công nguyên. Thật vậy, trước thời Hi Lạp, có rất ít, nếu không nói là chẳng có gì có thể gọi là vật lý học, và có rất ít cái gọi là khoa học nói chung. Thêm nữa, những nhà khoa học đầu tiên đều được gọi như thế; họ được gọi là nhà triết học. Nhưng chẳng ai nghi ngờ gì một trong những mục tiêu chính của họ là tìm hiểu thế giới xung quanh họ. Họ đặc biệt quan tâm đến chuyển động và vật chất. Tại sao các vật lại rơi? Và đâu là vai trò chính xác của không khí, nước, lửa, và đất dưới chân họ? Thời gian là gì? Trí tò mò của họ mở rộng đến mặt trời, mặt trăng, và các sao. Chúng ở xa bao nhiêu? Chúng to bao nhiêu? Tại sao trông chúng như chuyển động?

Ngành khoa học đầu tiên rõ ràng là một dạng vật lý học. Nó không phải là cái như chúng ta nghĩ là vật lý học ngày nay, mà nó thật sự bao gồm nhiều lĩnh vực giống như vậy. Nó được luận ra từ thiên văn học, cơ học, quang học, và các lĩnh vực toán học như hình học. Các triết gia Hi Lạp ngày xưa cố gắng tìm hiểu các bí ẩn của Trái Đất và vũ trụ đã biết, và mặc dù họ đi tới một số quan điểm trông có vẻ lạ lẫm đối với chúng ta ngày nay, nhưng chúng thật sự đưa đến những tiến bộ quan trọng. Một trong những tiến bộ lớn nhất là từ bỏ

những lí giải thần học cho các hiện tượng mà họ quan sát thấy. Thay vậy, họ phát triển logic học và học cách tìm kiếm các lí giải hợp lí và hợp logic.

Một trong những nhà triết học đầu tiên này là Thales, ông sống từ năm 624 đến 546 trước Công nguyên. Ông là người đầu tiên nhấn mạnh tầm quan trọng của các lí giải dựa trên sự hợp lí, và ông đặc biệt quan tâm tại sao vạn vật xảy ra. Do những đóng góp của ông, đôi khi ông được gọi là cha đẻ của khoa học. Người ta nói ông đã dự báo nhật thực ngày 28 tháng 5 năm 585 trước Công nguyên. Tuy nhiên, có một số tranh cãi xung quanh chuyện này, vì đa số các nhà thiên văn học hiện đại cảm thấy một dự báo như thế là không thể vào thời ấy. Nhưng chẳng có tranh cãi nào về đóng góp quan trọng nhất của ông. Lúc ấy, các thủy thủ Hi Lạp chưa từng rời mắt khỏi tầm nhìn vào đất liền vì họ chẳng biết làm thế nào định hướng khi không thể nhìn thấy đất liền. Thales bày họ cách sử dụng sao Bắc Cực để định hướng. Ông còn nghiên cứu các hiện tượng lạ liên quan đến lực từ và hồ phách, và ông đặc biệt lưu tâm hiện tượng thời gian và bản chất cơ bản của vật chất.

Hai nhà triết học lớn hậu Thales là Socrates và Plato, đây là hai cây đa cây đề của trường phái duy lí, nhưng cái họ quan tâm chủ yếu là logic học, triết học, và toán học. Socrates được xem là một trong những người thông thái nhất vào thời của ông, nhưng khoa học không phải là trọng tâm trong tư duy của ông. Plato, một học trò của Socrates, có lẽ được biết tới nhất với vai trò người sáng lập Viện hàn lâm Athens.

Tuy nhiên, vào năm 384 trước Công nguyên, nhà triết học cổ đại mà chúng ta biết tới nhiều nhất ra đời: Aristotle. Ông có tầm ảnh hưởng lớn vào thời đại của ông, và ông vẫn có tầm ảnh hưởng cho đến ngày nay. Ông đặc biệt quan tâm khoa học, và ông đã có một số đóng góp, nhưng vì sức ảnh hưởng của ông duy trì trong một khoảng thời gian quá dài, cho nên ông thường bị xem là người cản trở sự phát triển của khoa học. Tuy nhiên, các mục tiêu của ông rất đáng nể. Như ông trình bày trong các tác phẩm của mình, mục tiêu chính của ông là khám phá các nguyên lí và các nguyên nhân của sự biến dịch, chứ không chỉ mô tả chúng. Tuy nhiên, phần nhiều cái ông kết luận là không

đúng. Một trong những giả thuyết chính của ông là có bốn nguyên tố cơ bản: đất, nước, không khí, và lửa. Và ông cho rằng vạn vật được cấu tạo theo một kiểu nào đó từ bốn nguyên tố này. Ông còn đặc biệt quan tâm hiện tượng chuyển động, và ông phân chia mọi chuyển động hoặc là “tự nhiên” hoặc là “cưỡng bức”. Một vật đang rơi có chuyển động tự nhiên; một vật bị ném có chuyển động cưỡng bức. Ông còn tin rằng vạn vật ở bên ngoài Trái Đất – Mặt Trời, Mặt Trăng, và các sao – được cấu tạo bởi một nguyên tố thứ năm mà ông gọi là “ether”.⁵

Một số nhà khoa học Hi Lạp khác của thời ấy cũng có những đóng góp quan trọng. Eratosthenes (276–194 trước Công nguyên) đã phát minh ra một hệ thống vĩ độ và kinh độ cho Trái Đất. Ông còn tính được chu vi của Trái Đất từ cái bóng của cây gậy cắm ở những vị trí khác nhau. Đặc biệt, ông chỉ rõ rằng nếu Trái Đất là phẳng, thì sẽ không có bóng đổ khi mặt trời ở ngay chính Ngọ. Ông sử dụng kiến thức mới của ông để tính chu vi của Trái Đất là hai trăm năm mươi nghìn stade (tuy nhiên, chúng ta vẫn chưa rõ một stade là bao nhiêu). Ông còn tính được khoảng cách đến Mặt Trời và Mặt Trăng, mang lại những ước tính đầu tiên, nhưng rất gần đúng.

Một nhà khoa học Hi Lạp quan trọng nữa là Hipparchus, ông ra đời vào năm 175 trước Công nguyên. Ông đem lại cho chúng ta những số đo chính xác hơn của khoảng cách đến Mặt Trời và Mặt Trăng, và ông là người đầu tiên lập ra danh mục phân loại đa số các ngôi sao khả kiến.

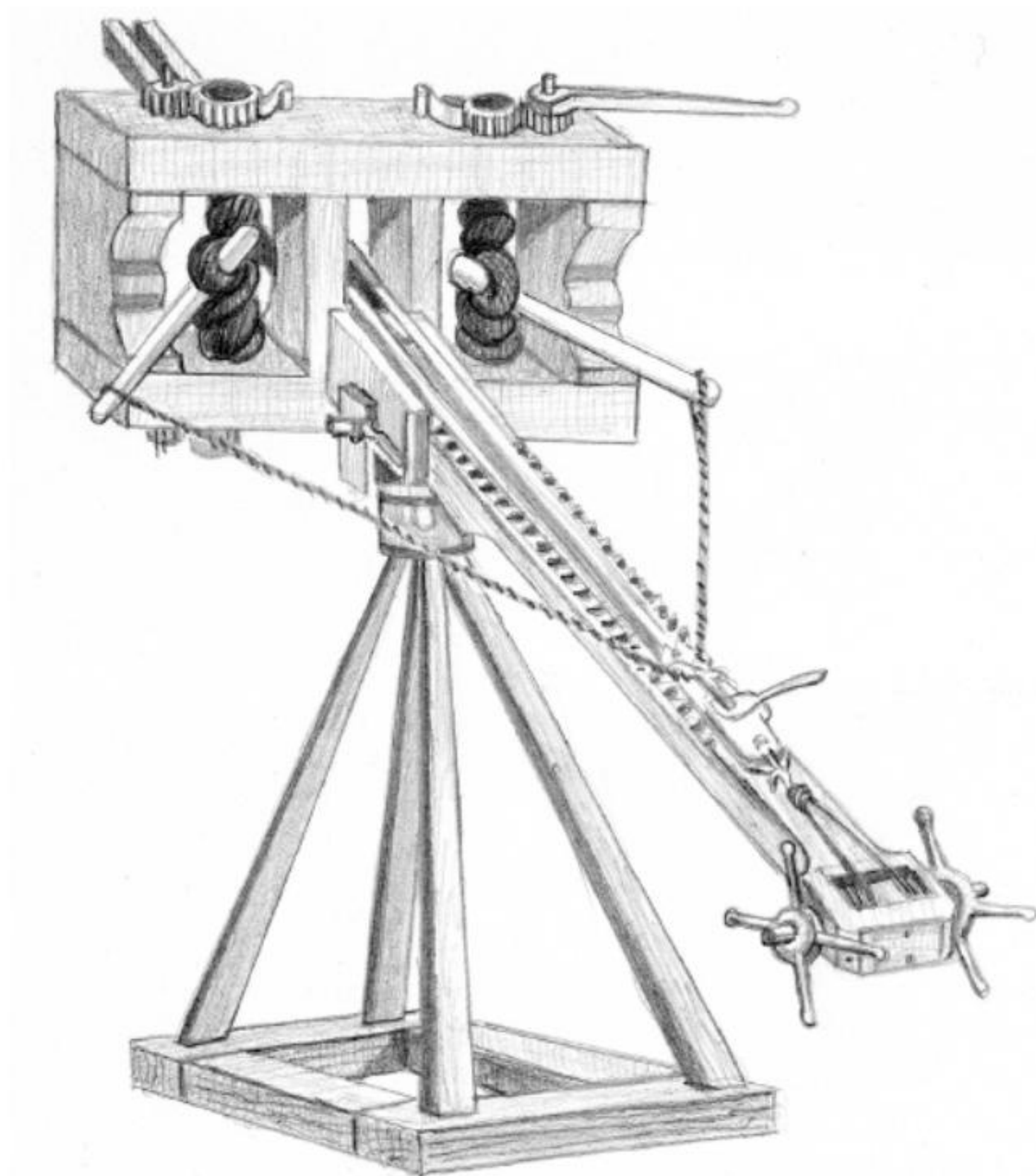
Vật lí học ban đầu xuất hiện dưới dạng kết quả nghiên cứu và suy luận của các nhà triết học nêu trên. Tuy nhiên, điều quan trọng cần lưu ý là những đóng góp của họ có nguồn gốc gần như hoàn toàn từ “tư duy”. Vật lí học thực nghiệm lúc ấy chưa được biết tới, và thật vậy, các nhà triết học ngày xưa không tiến hành bất cứ thí nghiệm nào trong những nỗ lực của họ nhằm chứng minh quan điểm của họ. Tuy vậy, ngay cả khi ấy họ cũng đã nhận ra sự khác biệt giữa cái chúng ta gọi là “vật lí học thuần túy” và “vật lí học ứng dụng”. Vật lí học thuần túy thường được xem là sự tích lũy kiến thức về các phương diện vật chất của thế giới và vũ trụ, ví dụ như các nguyên lí cơ bản của

không gian, thời gian, vật chất, chuyển động, và vân vân, mà chẳng quan tâm kiến thức này nên được áp dụng như thế nào. Vật lí học ứng dụng, mặt khác, là áp dụng kiến thức nào để cải tạo xã hội theo một hướng nào đó. Thời ấy, ứng dụng chính của vật lí học là thiết kế và chế tạo các dụng cụ chiến tranh. Các nhà triết học xa xưa như Socrates, Plato, và Aristotle cho rằng khoa học không nhất thiết phải có mục tiêu ứng dụng, nhất là các ứng dụng cho chiến tranh. Kiến thức nên được tích lũy vì mục đích riêng của nó.

Bất chấp những lập luận như trên, chẳng mất bao lâu sau thì những khám phá mới của vật lí học đã được sử dụng để chế tạo các vũ khí chiến tranh mới. Nhiều vũ khí tiến bộ ngày xưa được người Hi Lạp chế tạo dựa trên một khái niệm vật lí gọi là sự xoắn. Trong vật lí học, xoắn là sự xoáy lại của một vật do một moment xoắn tác dụng. Và thật vậy, sự xoắn sớm trở thành cơ sở của các vũ khí hủy diệt mới thường được gọi với tên gọi máy móc hay động cơ.

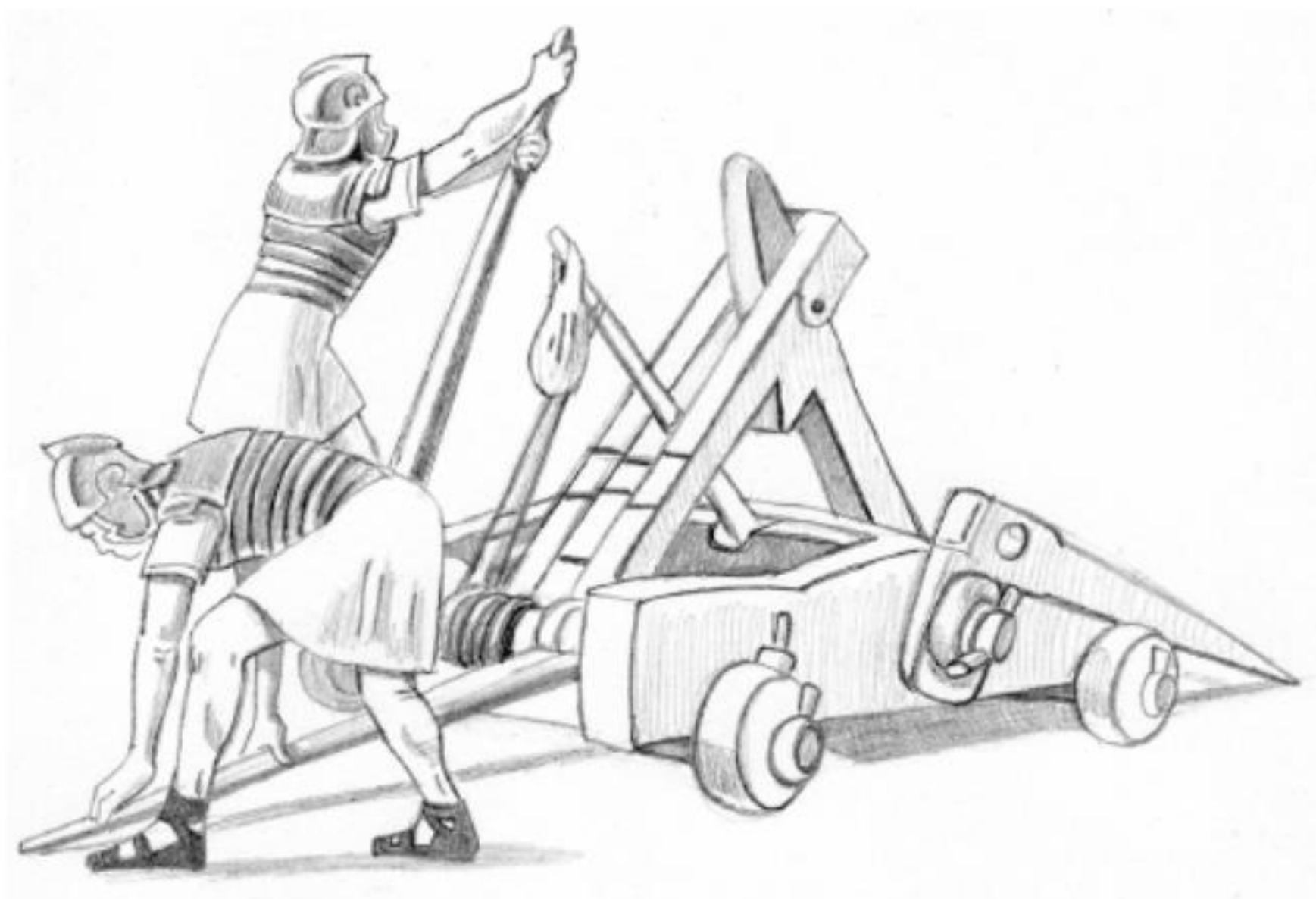
CÁC VŨ KHÍ THẦN KÌ MỚI

Những chiếc máy thần kì mới nổi tiếng nhất ra đời là thành quả của vật lí học Hi Lạp (mặc dù không nhất thiết được chế tạo bởi người Hi Lạp) là máy ném đá, súng bắn đá, máy bắn đá, và các loại máy phóng đá khác. Ở phần trước ta đã nói về máy phá thành được dùng để làm sụp tường thành; một số chiếc máy vừa kể cũng được sử dụng làm máy phá thành. Ta hãy xét kĩ từng chiếc. Máy ném đá được phát minh bởi người Hi Lạp và sau này được cải tiến và sử dụng rộng rãi bởi người La Mã. Nó tựa như một cái nỏ khổng lồ, nhưng nó sử dụng năng lượng xoắn dự trữ trong các cuộn dây bị xoắn. Hai tay gỗ được dùng làm xoắn các cuộn dây; mỗi đầu của chúng được buộc dây, và sợi dây được kéo ngược về “túi” chứa đá ném. Dây được kéo ngược bởi một cái tời. Nó có một chốt gạt, và khi mọi thứ đã sẵn sàng, chốt gạt được kéo vào. Người ta sử dụng các loại đạn ném đa dạng, bao gồm đá, ngọn móc, sào nhọn, và cả các bộ phận cơ thể. Nó có thể ném chúng đi xa vài trăm yard.⁶



Máy ném đá

Một cải tiến trên máy ném đá xuất hiện muộn hơn một chút ở dạng súng bắn đá, chủ yếu được sử dụng bởi quân La Mã. Nó cũng sử dụng lực xoắn, nhưng về cơ bản là một loại nỏ. Nó gồm một cái khung lớn đặt trên đất. Một khung gỗ thẳng đứng gắn chặt với nó. Khung thẳng đứng này chứa một trục có một cái nan hoặc một tay đòn. Cái nan này buộc với dây kéo (hoặc lò xo) có thể xoắn lại; tay đòn được kéo ngược kháng lại sự hình thành lực xoắn trong dây. Một lần nữa, có một cái chốt để giải phóng nó, và khi cái chốt được đập bằng búa thì vật ném được phóng về phía mục tiêu của nó. Những tảng đá lớn thường được dùng làm vật ném.



Binh lính nạp đạn cho súng bắn đá

Loại vũ khí mới thứ ba, máy bắn đá, thật sự là loại mạnh nhất. Nó được người La Mã phát minh và có ba đặc điểm chính:

- Nó không khai thác năng lượng xoắn. Năng lượng của nó đến từ trọng lực tác dụng lên đối trọng.
- Nó sử dụng cái gọi là “nguyên lý đòn bẩy”, trong đó một tay đòn dài hơn tay đòn kia. Tay đòn ném thường dài gấp bốn đến sáu lần tay đòn đối trọng.
- Một băng đeo cùng với một bao nhỏ được buộc vào đầu tay đòn ném để tăng tốc độ của đạn ném.

Dụng cụ được nạp đạn bằng cách đặt một hòn đá lớn và thường là rất nặng vào bao. Tay đòn ném khi đó được kéo xuống theo sức nặng của đối trọng. Nó bị kéo xuống cho đến khi sẵn sàng. Khi được cho ném, nó có thể ném những hòn đá ba trăm cân và đi xa hơn vài trăm yard, nhưng nó hầu như không chính xác như máy ném đá hay súng bắn đá.⁷

Máy ném đá và súng bắn đá đều là một dạng nỏ. Nỏ là dụng cụ thường có một tay đòn được kéo giật ngược bằng lực và rồi thả ra. Một vài dạng khác

của nó cũng được sử dụng, nhưng những loại chính là hai loại nêu trên. Cơ sở vật lý của những dụng cụ trên sẽ được bàn tới trong chương tiếp theo.

ALEXANDER ĐẠI ĐẾ

Một người từng sử dụng rộng rãi các vũ khí mới là Alexander Đại đế. Chào đời ở Pella, thủ đô Macedonia vào năm 356 trước Công nguyên, Alexander trở thành vị tướng kiệt xuất nhất vào thời của ông, mang quân đi xâm chiếm phần lớn thế giới đã biết. Được Aristotle truyền dạy bắt đầu ở tuổi mười sáu, ông đặc biệt yêu thích khoa học và vật lý học. Khi lên mười chín, ông bắt đầu tháp tùng cha của ông, Philip II, trong một số trận đánh. Tuy nhiên, không lâu sau đó, cha của ông bị ám sát, và vì cha của ông có nhiều vợ, và mẹ của Alexander chỉ là một trong số họ, nên cơ hội cho ông thừa hưởng ngai vàng là không cao. Nhưng ông quyết tâm giành ngai vàng, và ông đã tiến hành những bước cần thiết, giết chết một vài người trong tiến trình đó.⁸

Khi lên ngôi, ông lập tức đem quân chinh chiến một loạt trận đấu kéo dài gần như mười năm. Về cuối, ông thôn tính Ai Cập, Mesopotamia, Ba Tư, Trung Á, và cả Ấn Độ. Và lúc ba mươi tuổi, ông được xem là một trong những nhà lãnh đạo quân sự tài ba nhất mà thế giới từng có.

Aristotle đã gieo mầm ở ông tình yêu kiến thức, và sau khi lên ngôi ông vẫn giữ được tình yêu ấy. Vì thế, ông cho thiết lập những trung tâm học thuật thuộc loại đồ sộ nhất mà thế giới từng chứng kiến. Sau khi xâm chiếm Ai Cập, ông thành lập Alexandria vào năm 331 trước Công nguyên, biến nó thành một trung tâm nghiên cứu khoa học. Mặc dù ông chỉ lưu lại thành phố trong vài ba ngày, nhưng ông đã để lại cho vị tổng trấn cùng một vị tướng tên gọi Ptolemy một bản phác thảo công trình mà ông muốn xây dựng.⁹ Tại Alexandria, cái gọi là “mouseion” đã được lập ra để nghiên cứu kỹ thuật, thiên văn học, hàng hải, vật lý học, và máy móc chiến tranh. Các nhà khoa học hàng đầu trong nước và các nước láng giềng được mời tới nghiên cứu ở đó, trong đó có Eratosthenes và Hipparchus.

Có lẽ điểm sáng giá nhất của Mouseion mới tại Alexandria là thư viện của nó. Cuối cùng nó đã trở thành thư viện lớn nhất thế giới, nơi lưu giữ hơn bảy trăm nghìn bản thảo. Thư viện phát triển thịnh vượng trong hàng thế kỉ, nhưng phần nhiều tài sản của nó cuối cùng đã bị lửa thiêu trụi.

ARCHIMEDES

Một trong những người nghiên cứu tại Alexandria là Archimedes, ông sinh năm 87 trước Công nguyên ở Syracuse, Sicily. Ông có đóng góp to lớn cho vật lí học; một trong những đóng góp quan trọng nhất trong số đó là một nguyên lí ngày nay gọi là nguyên lí Archimedes. Nó phát biểu rằng một vật chìm trong một chất lưu chịu một lực nổi bằng với trọng lượng của phần chất lưu mà nó chiếm chỗ. Ông còn thiết kế cái ngày nay gọi là đai ốc Archimedes. Theo ghi chép xưa, vua xứ Syracuse đã ra lệnh cho Archimedes thiết kế một con tàu lớn, nhưng người ta sớm nhận thấy một lượng lớn nước rò rỉ qua thân tàu và khó tát trở ra. Archimedes đã thiết kế một chiếc máy có một cánh hình đai ốc xoay vòng bên trong một ống trụ đưa nước từ đáy tàu lên từ từ cho đến khi nó tràn ra ngoài.¹⁰

Archimedes còn là một trong những người đầu tiên giải thích nguyên tắc đòn bẩy. Và theo sử sách, ông đã giúp người dân xứ Syracuse khi họ bị tấn công vào năm 14 trước Công nguyên. Tương truyền, ông cho bố trí những cái gương cong cỡ lớn làm phản xạ ánh sáng mặt trời vào tàu địch, làm chúng bốc cháy. Đa số các nhà khoa học hiện đại nghi ngờ về tính xác thực của câu chuyện này.

CHƯƠNG 3

CƠ SỞ VẬT LÝ CỦA VŨ KHÍ THỜI XƯA

Vai trò của vật lý học đối với các vũ khí chiến tranh thời xưa cũng giống như đối với các vũ khí chiến tranh phức tạp hơn sau này. Cho đến đây, ta mới chủ yếu nói về xe ngựa, lính trên lưng ngựa, cung tên, giáo mác, và những thứ đại loại như máy ném đá, súng bắn đá, máy bắn đá, và máy phóng đá. Vật lý học có mặt trong tất cả những thứ này, nhưng ta chưa làm rõ nó có mặt như thế nào. Trong chương này, ta sẽ làm rõ điều này, nhưng trước tiên ta sẽ thảo luận những khái niệm cơ bản của vật lý học, bắt đầu với những khái niệm cơ bản nhất, ví dụ như tốc độ và gia tốc, rồi đến những khái niệm phức tạp hơn, ví dụ như năng lượng và động lượng.

VẬN TỐC VÀ GIA TỐC

Mọi người đều biết nếu bạn bắn một mũi tên vào không trung thì nó đi tới một điểm nhất định rồi sẽ rơi trở lại mặt đất. Người ta cũng biết rằng tốc độ của nó khi nó rời cái cung phụ thuộc vào sợi dây đẩy nó căng bao nhiêu, và dễ thấy là tốc độ của nó thay đổi trong khi bay. Tóm lại, nếu bạn bắn một mũi tên thẳng đứng lên cao, thì nó dừng lại ở một điểm nào đó rồi rơi trở lại mặt đất.

Tuy nhiên, ta có một trở ngại nhỏ khi giải bài toán chuyển động trên Trái Đất. Mỗi vật phải chuyển động trong không khí, và không khí này có tác dụng lên tốc độ cũng như quỹ đạo của nó. Tuy nhiên, xét tác dụng của không khí thì khá phức tạp, cho nên ta sẽ tạm thời bỏ qua nó.

Cái đầu tiên ta có thể nói về một vật đang chuyển động là nó có một tốc độ nhất định so với mặt đất. Tốc độ là một khái niệm hữu ích, nhưng có ích

hơn nữa (miễn là trong phạm vi vật lý học) là vận tốc. Tốc độ được định nghĩa là quãng đường mà vật đi được trong một đơn vị thời gian, ví dụ trong một giây, hay thậm chí trong một giờ. Chẳng hạn, một mũi tên có thể có tốc độ năm mươi foot trên giây. Vấn đề đối với tốc độ là nó không cho ta biết điều gì về hướng mà mũi tên đang chuyển động. Nếu ta chỉ rõ cả tốc độ lẫn hướng, thì ta có vận tốc. Vận tốc của mũi tên vừa nói, chẳng hạn, có thể là năm mươi foot trên giây theo hướng bắc.

Tuy nhiên, nếu ta nhìn kĩ vào mũi tên này một chút nữa, ta dễ thấy là nó không có vận tốc không đổi. Vận tốc của nó liên tục biến đổi, và sự biến đổi lớn nhất sẽ xảy ra khi nó được bắn lên thẳng đứng. Nói chung, nó dừng lại tại điểm cao nhất của nó. Ta gọi sự biến thiên này ở vận tốc là gia tốc. Mũi tên có thể rời cái cung với vận tốc năm mươi foot trên giây, nhưng một vài giây sau đó, nó sẽ chỉ chuyển động mười foot trên giây. Gia tốc rõ ràng khác với vận tốc, và do đó nó cần một đơn vị đo khác. Đơn vị trong trường hợp này là foot trên giây bình phương (trong hệ mét là mét trên giây bình phương). Vận tốc và gia tốc liên hệ nhau bởi một công thức đơn giản: vận tốc (v) bằng gia tốc (a) \times thời gian (t), hay đơn giản hơn $v = at$.¹

LỰC VÀ QUÁN TÍNH

Liên hệ mật thiết với vận tốc và gia tốc là một khái niệm vật lý quan trọng nữa gọi là lực. Để mũi tên thu được tốc độ – nói cách khác, để mũi tên gia tốc – nó phải chịu lực tác dụng, và như tôi đã nói ở phần trước, chính dây cung tác dụng lực lên mũi tên. Lực được hiểu đơn giản là đẩy hoặc hút. Và lực giống vận tốc ở chỗ nó vừa có độ lớn vừa có chiều (ta gọi một đại lượng như thế là vector).²

Ta có thể liên hệ lực với gia tốc, nhưng trước khi làm vậy, ta hãy làm quen với một khái niệm vật lý quan trọng nữa. Mọi người đều biết về trọng lượng, và biết rằng trọng lượng sẽ tăng khi bạn ăn quá nhiều sôcôla. Cái ta quan tâm có liên hệ gần gũi với trọng lượng, nhưng không phải y hệt vậy. Ta

gọi nó là khối lượng, và ta kí hiệu nó là m . Khối lượng của một vật là trọng lượng của nó chia cho gia tốc trọng trường, đại lượng này thường được kí hiệu là g . Tôi sẽ lí giải ở phần sau tại sao ta cần khối lượng chứ không phải trọng lượng.

Mối liên hệ giữa lực và gia tốc được nêu ra bởi nhà vật lí người Anh Isaac Newton. Ông đưa nó vào ba định luật về chuyển động mà ông công bố trong tác phẩm *Principia* vào năm 1687. Ông giải thích rằng gia tốc do một lực tác dụng lên một vật gây ra thì tỉ lệ với độ lớn của lực và tỉ lệ nghịch với khối lượng của vật. Ta có thể viết nội dung này ở dạng đại số là $a = F/m$. Như bạn sẽ thấy, sẽ tiện lợi hơn nếu ta sử dụng hệ mét cho công thức này (thay cho các đơn vị mà có khả năng bạn quen thuộc, đó là foot, dặm, và vân vân, những đơn vị thuộc cái gọi là Hệ đơn vị Anh quốc). Tuy nhiên, trong khuôn khổ hệ mét, có hai hệ đơn vị, gọi là cgs (centi-mét, gram, giây) và mks (mét, kilogram, giây). Trong hệ mks, gia tốc được đo theo mét trên giây bình phương, khối lượng được đo theo kilogram, và đơn vị của lực là Newton. Trong hệ cgs, gia tốc được đo theo centi-mét trên giây bình phương, khối lượng được đo theo gram, và đơn vị của lực là dyne, đó là lực cần thiết để gây ra cho một khối lượng một gram gia tốc một centi-mét trên giây bình phương.

Công thức trên thường được viết là $F = ma$. Vì thế, lực tác dụng lên một vật bằng tích của khối lượng và gia tốc. Ví dụ, nếu bạn muốn gây ra một gia tốc 25 m/s^2 cho một mũi tên khối lượng $0,01 \text{ kg}$ bạn sẽ cần một lực bằng $0,01 \times 25 = 0,25 \text{ Newton}$.

Liên hệ gần gũi với khái niệm lực là cái gọi là quán tính. Chúng ta bắt gặp quán tính mỗi ngày; khi bạn đẩy một vật hoặc nâng nó lên, bạn phải tác dụng một lực để làm cho nó dịch chuyển. Nếu một vật không chuyển động – nói cách khác, nó nằm yên tại chỗ – thì nó có xu hướng chống lại chuyển động, và cần một lực để làm nó dịch chuyển. Thật vậy, vật càng nặng thì lực cần thiết càng lớn. Sự “kháng lại” sự thay đổi chuyển động như thế này được gọi là quán tính, và Newton mô tả nó trong định luật thứ nhất về chuyển động: một vật sẽ tiếp tục ở trạng thái đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều trừ khi có lực tác

dụng lên nó. Lưu ý rằng định luật không chỉ áp dụng cho vật đứng yên, mà còn áp dụng cho vật chuyển động thẳng đều.

Điều này có nghĩa là ta cần lực để vượt qua quán tính, và lực này gây ra gia tốc theo công thức ở trên. Ngoài ra, lực tác dụng luôn luôn đi cùng với hai vật. Nếu một vật bị đẩy, thì vật kia đang tác dụng lực đẩy. Điều này cũng áp dụng cho một vật nằm yên trên sàn; vì trọng lượng ép nó xuống sàn. Nhưng theo Newton, sàn nhà đẩy trở lại một lực bằng về độ lớn nhưng ngược chiều. Newton phát biểu nội dung này trong định luật thứ ba về chuyển động: hễ một vật tác dụng một lực lên vật thứ hai, thì vật thứ hai tác dụng một lực lên vật thứ nhất. Hai lực này bằng về độ lớn và ngược chiều. Chúng thường được gọi là lực “tác dụng” và lực “phản tác dụng”. Bạn có thể thấy một ví dụ của hai lực này khi bạn cầm một ống nhựa phun nước tưới cây. Bạn cảm nhận được một lực tác dụng ngược lên tay bạn; đây là lực phản tác dụng, và đó là lí do tên lửa hoạt động được: chất khí cháy phụt ra phía sau tên lửa, gây ra cho tên lửa lực đẩy về phía trước.

ĐỘNG LƯỢNG VÀ XUNG LƯỢNG

Một khái niệm vật lí quan trọng nữa là động lượng; nó là tích của khối lượng và vận tốc ($m \times v$). Nó đặc biệt quan trọng khi một vật va chạm với một vật khác. Như bạn đã biết, khi một vật nặng va chạm với một vật nhỏ hơn, nhẹ hơn, thì vật nhỏ hơn chịu biến đổi nhiều nhất. Để hiểu rõ hơn điều này, ta phải tìm hiểu khái niệm xung lượng. Giả sử một người lính dùng khiên đỡ lưỡi gươm của một người lính khác; rõ ràng anh ta tác dụng một lực lên nó, nhưng lực này chỉ tác dụng trong một khoảng thời gian ngắn. Tích của lực này và thời gian nó tác dụng được định nghĩa là xung lượng. Ngoài ra, rõ ràng xung lượng này sắp làm cho cái khiên chuyển động với một vận tốc nhất định, và vận tốc này sẽ phụ thuộc vào khối lượng của cái khiên. Vì thế, xung lượng cũng liên quan với động lượng. Thật vậy, xung lượng làm tăng động lượng; hay, chính xác hơn, vì động lượng của cái khiên bằng không trước khi có xung lượng, nên

xung lượng tạo ra một sự biến thiên động lượng. Do đó, xung lượng bằng độ biến thiên động lượng.³

Bây giờ ta trở lại với va chạm của hai vật. Trong một va chạm như thế, cái có ý nghĩa đặc biệt quan trọng là nguyên lý bảo toàn động lượng. Nó phát biểu rằng tổng động lượng của một hệ cô lập bất kì giữ nguyên không đổi. Điều này có nghĩa là tổng động lượng trước va chạm sẽ bằng tổng động lượng sau va chạm, giả sử không có tác động nào từ bên ngoài. Giả sử rằng va chạm là trực diện, và hai vật có động lượng bằng nhau (nhưng ngược chiều). Ta dễ dàng thấy là chúng sẽ dừng lại. Thoạt trông giống như là động lượng của chúng biến mất – nhưng không phải vậy. Trước va chạm, chúng có động lượng bằng nhau nhưng ngược chiều, và tổng của hai con số bằng nhau và ngược dấu là bằng không. Sau va chạm, tổng đó vẫn bằng không. Khi va chạm xảy ra, mỗi vật truyền một xung lượng sang vật kia, nhưng hai xung lượng đó bằng nhau và ngược dấu, cho nên hai vật dừng lại.

Ta dễ thấy từ ví dụ này là nếu một trong hai vật có động lượng lớn hơn vật kia, thì nó sẽ gây ra một xung lượng lớn hơn lên vật thứ hai, và nếu hai vật dính vào nhau khi chúng va chạm thì chúng sẽ tiếp tục chuyển động với một vận tốc nhất định theo chiều chuyển động của vật có động lượng lớn hơn.

TÁC DỤNG CỦA TRỌNG LỰC

Mọi người đều biết khi bạn bắn một mũi tên chếch một góc nào đó với phương thẳng đứng thì nó không đi theo đường thẳng. Nó đi lên trong một khoảng thời gian nào đó rồi lao đầu về hướng mặt đất, cuối cùng thì tiếp đất. Đây là bởi lực hút hấp dẫn của Trái Đất lên mũi tên. Trên thực tế, hai vật hút lẫn nhau, nhưng vì Trái Đất đồ sộ hơn mũi tên rất nhiều, cho nên trước mắt ta thấy Trái Đất đang hút mũi tên. Một lần nữa, chính Newton là người giải thích cái đang xảy ra. Ông phát biểu rằng vạn vật trong vũ trụ đều hút lẫn nhau. Thật vậy, ông còn nêu ra một công thức cho lực hút giữa hai vật bất kì.

Bây giờ xét một hòn đá được giữ cách mặt đất một khoảng cách nào đó. Nó được Trái Đất hút với một lực nhất định, và nếu ta buông tay, nó gia tốc xuống dưới cho đến khi chạm đất. Với một dụng cụ tương đối đơn giản, ta có thể đo gia tốc này, và ta tìm được giá trị của nó là 32 ft/s^2 , hay trong hệ mét là $9,8 \text{ m/s}^2$.

Trọng lực đặc biệt quan trọng trong liên hệ với chiến tranh bởi vì mọi vật, ví dụ như mũi tên, đạn đại bác, đạn (thường), và vân vân, đều bị nó ảnh hưởng. Những vật bị ném như thế đi theo những quỹ đạo phụ thuộc vào một số yếu tố, ví dụ như khối lượng và tốc độ của chúng, và còn phụ thuộc áp suất không khí. (Ta sẽ nói chi tiết về các quỹ đạo ở phần sau tập sách.)

Tuy nhiên, gia tốc trọng trường không phải ở đâu cũng bằng nhau. Nó phụ thuộc vào khối lượng của hành tinh mà bạn đang sinh sống. Vì thế, nếu bạn du hành lên Hỏa tinh hay Mộc tinh, thì gia tốc trọng trường sẽ khác. Do đó, trọng lượng của bạn cũng sẽ khác. Trên Mộc tinh chẳng hạn, bạn sẽ cân nặng gấp 2,34 lần trọng lượng của bạn trên Trái Đất. Cái không đổi là khối lượng của bạn; nó không phụ thuộc vào trường hấp dẫn ở chỗ bạn ở, và đó là lí do nó được sử dụng trong phần lớn các phương trình vật lí cơ bản. Liên hệ giữa khối lượng (m) và trọng lượng (W) là $W = mg$, trong đó g là gia tốc trọng trường.

NĂNG LƯỢNG VÀ CÔNG SUẤT

Nếu bạn nâng cái gì đó lên thẳng đứng một quãng đường nhất định thì bạn thực hiện công. Để thực hiện công này cần có năng lượng, và, như bạn biết, có một số dạng năng lượng khác nhau. Hai trong những dạng năng lượng phổ biến nhất là năng lượng gắn liền với chuyển động, và năng lượng gắn liền với vị trí. Năng lượng gắn liền với chuyển động được gọi là động năng, và vì nó phụ thuộc vào chuyển động, nên nó cũng sẽ phụ thuộc vào vận tốc. Ngoài ra, vật có khối lượng lớn hơn thì có nhiều động năng hơn vật có khối lượng nhỏ hơn, vì thế động năng còn phụ thuộc vào khối lượng. Do đó, động năng được

định nghĩa bằng $\frac{1}{2}mv^2$, trong đó m là khối lượng và v là vận tốc. Đơn vị của nó là trong Hệ đơn vị Anh là foot-pound, và trong hệ mks là Newton-mét.

Năng lượng của vị trí được gọi là thế năng. Nó cũng là khả năng thực hiện công. Xét một hòn đá được giữ ở một điểm nào đó phía trên mặt đất. Nếu bạn thả rơi nó, nó thực hiện công lên bụi đất mà nó va chạm; nó làm nén và làm nóng mặt đất lên một chút. Ta định nghĩa thế năng = mgh , trong đó m là khối lượng, g là gia tốc trọng trường, và h là độ cao so với đất mà ta thả vật.⁴

Giống như động lượng, năng lượng cũng được bảo toàn. Nói ngắn gọn, định luật bảo toàn năng lượng phát biểu rằng năng lượng không tự sinh ra hoặc mất đi; nó chỉ có thể biến đổi từ dạng này sang dạng khác. Điều này có thể được chứng minh khá đẹp nếu bạn lấy một quả bóng và ném nó lên thẳng đứng. Lúc bị ném, quả bóng có một vận tốc lớn, và năng lượng của nó do đó chủ yếu là động năng. Tuy nhiên, khi nó tiếp tục bay lên cao, nó từ từ chậm lại do lực hút hấp dẫn. Cuối cùng, nó dừng lại, và tại điểm này nó có vận tốc bằng không, và do đó nó không có động năng. Tóm lại, toàn bộ động năng của nó đã biến đổi thành thế năng, và tại điểm này nó chỉ có thế năng. Tuy nhiên, khi nó bắt đầu rơi trở xuống, tốc độ của nó tăng lên, và động năng của nó cũng tăng. Đồng thời, thế năng của nó giảm, và vào lúc nó sắp chạm đất toàn bộ thế năng của nó đã biến đổi lại thành động năng.

Hai dạng năng lượng nêu trên không phải là hai dạng năng lượng duy nhất. Những dạng khác là năng lượng biến dạng, nhiệt năng, năng lượng âm thanh, điện năng, hóa năng, và năng lượng hạt nhân. Ví dụ, bạn có thể hỏi điều gì xảy ra với động năng của quả bóng khi nó chạm đất. Nó dường như biến mất, nhưng nó không biến mất. Nó biến đổi thành năng lượng biến dạng và nhiệt năng.

Trong nhiều trường hợp, chúng ta không quan tâm đến công (hay năng lượng) đã thực hiện, mà là tốc độ thực hiện công, hay lượng công được triển khai trong một đơn vị thời gian. Đây là công suất. Trong hệ đơn vị mks, công suất được đo theo joule trên giây, và theo định nghĩa thì 1 joule/s là 1 watt.

MOMENT ĐỘNG LƯỢNG VÀ MOMENT XOẮN

Một dạng chuyển động khác có ý nghĩa quan trọng với chiến tranh và vũ khí là chuyển động quay. Bánh xe, hay bất cứ cái gì quay xung quanh một trục, có chuyển động góc hay chuyển động quay. Và tương tự như ta có vận tốc và gia tốc thẳng, ta cũng có vận tốc góc và gia tốc góc. Vận tốc góc được đo là số vòng chuyển động trong đơn vị thời gian. Một đơn vị phổ biến khác là số radian (rad) trên đơn vị thời gian, trong đó radian là $360/2\pi \approx 57,3$ độ và π bằng chu vi của một đường tròn chia cho đường kính của nó, $\pi = 3,1416$. Tất nhiên tốc độ góc có thể biến thiên, và khi nó biến thiên thì nó trở thành gia tốc góc. Đơn vị của gia tốc góc là vòng/s².⁵

Tương tự như vậy, ta có một khái niệm tương tự như lực. Đó là tác dụng gây ra chuyển động quay, và nó được gọi là moment xoắn. Nó phải tác dụng cách trục quay một khoảng nào đó, vì thế ta cũng dùng đến khoảng cách. Moment xoắn được định nghĩa là lực \times khoảng cách ($f \times r$). Lưu ý rằng bạn tác dụng moment xoắn mỗi khi bạn sử dụng cờ lê hoặc mở cửa.

Trước đây, trong trường hợp chuyển động tịnh tiến hay chuyển động thẳng, ta còn có động lượng, và tương tự, trong trường hợp này ta có moment động lượng. Để xác định công thức cho nó ta phải thay khối lượng (m) và vận tốc (v) bởi các đại lượng góc tương ứng. Vận tốc thì không vấn đề gì; ta chỉ việc thay nó bằng vận tốc góc (ω), nhưng m thì hơi có chút phức tạp vì ta đang xử lý một số lượng lớn khối lượng nhỏ, mỗi khối lượng nằm cách trục quay một khoảng nhất định. Nếu ta cộng dồn tất cả những đóng góp nhỏ từ những khối lượng nhỏ này thì ta có thể xác định cái gọi là moment quán tính; nó được kí hiệu là I . Moment động lượng khi đó bằng $I\omega$.

MÁY CƠ

Nhiều vũ khí thời xưa là cái chúng ta gọi là máy cơ trong vật lý học. Máy cơ là một dụng cụ giúp ta thực hiện công dễ dàng hơn. Một ví dụ đơn giản của máy cơ là một thanh dài dùng để nâng một cái hộp vốn quá nặng để chúng ta

nâng bằng tay. Nếu bạn đặt một đầu thanh ở dưới cái hộp, và đặt một cục đá (gọi là điểm tựa) ở cách nó vài foot, rồi tác dụng một lực hướng xuống lên đầu kia của thanh, thì bạn thấy bạn có thể dễ dàng nâng cái hộp lên. Điều này có ý nghĩa bởi vì công bằng lực \times quãng đường; khi ta tác dụng lực, cái hộp được nâng lên một quãng nhỏ hơn so với quãng mà đầu kia của thanh di chuyển. Như vậy, ta dùng quãng đường tăng thêm để thu về một lực lớn hơn. Công thực hiện là như nhau, nhưng nó dễ dàng hơn cho ta bởi vì ta chỉ phải tác dụng một phần nhỏ của lực mà ta phải tác dụng nếu ta nâng cái hộp lên trực tiếp. Đây là cơ sở cho mọi máy cơ.⁶



Có nhiều loại máy cơ, và các nguyên lí gắn liền với chúng được sử dụng trong các vũ khí thời xưa. Một số máy cơ thường gặp bao gồm:

Ròng rọc: Chúng cho phép nâng các vật nặng lên cao với lực nhỏ hơn; bạn chỉ việc kéo dây một quãng đường lớn hơn quãng đường vật nặng di chuyển.

Bánh xe và trục xe: Một lực quay tác dụng tại rìa ngoài của bánh xe gây ra chuyển động mạnh hơn nhưng ngắn hơn lực quay tác dụng gần trục.

Đai ốc: Tác dụng một lực quay lớn hơn nhưng dễ dàng hơn gây ra một chuyển động nhỏ hơn về phía trước.

CƠ SỞ VẬT LÝ CỦA CUNG TÊN

Cung tên được sử dụng rộng rãi trên chiến trường thời xưa. Cung thủ được huấn luyện từ lúc còn trẻ nhỏ. Trong một số trường hợp, họ chạy bộ về

phía quân địch, mang theo một tấm khiên; trong những trường hợp khác, họ cưỡi xe ngựa. Như ta đã thấy trong chương trước, xe ngựa thường có một phu xe và một cung thủ, và khi xe ngựa tiến đủ gần về phía quân địch, thì cung thủ bắt đầu bắn tên nhanh hết mức có thể.

Thật ra, cái cung là một máy cơ đơn giản làm biến đổi một dạng năng lượng này thành dạng năng lượng khác, giúp cung thủ dễ dàng cấp cho mũi tên một vận tốc lớn. Cái cần thiết cho một vận tốc lớn là một chuyển động mũi tên nhanh và mạnh, và tất nhiên cơ bắp có thể làm cả hai yêu cầu đó, nhưng không làm được đồng thời. Để hiểu rõ cơ sở vật lý của cung tên, ta hãy bắt đầu với người cung thủ đang nạp tên và kéo dây cung từ từ ra phía sau. Anh ta sử dụng cơ bắp trên tay để làm việc này. Anh ta kéo dây cung ngược đến độ giãn tối đa của nó, và trong quá trình đó cái cung bị uốn cong. Năng lượng từ sự co cơ của người cung thủ được dự trữ trong sự uốn cong của cái cung. Đây là thế năng. Sau đó, anh ta buông dây cung, tại điểm đó sợi dây chuyển động nhanh về vị trí nghỉ bình thường. Trong quá trình này năng lượng truyền từ cái cung sang mũi tên. Thực chất thế năng biến đổi thành động năng, như trong trường hợp quả bóng rơi. Sự chuyển hóa năng lượng rõ ràng rất nhanh, và điều này mang lại cho mũi tên một tốc độ cao. Lưu ý rằng cung thủ đã tạo ra một lượng năng lượng nhất định, và theo định luật bảo toàn năng lượng, năng lượng phải giữ nguyên không đổi. Nhưng cái cung có thể vừa chuyển động với một lực lớn vừa với một vận tốc cao trong tay người cung thủ là điều không thể. Cái cung là một máy cơ dự trữ năng lượng. Năng lượng cơ bắp được dùng để vận hành máy ở tốc độ thấp, rồi máy cơ giải phóng năng lượng ở tốc độ cao. Thật vậy, nếu bạn biết đủ các biến, ví dụ khối lượng của mũi tên, quãng đường cái cung bị kéo ngược, và lực mà nó tác dụng, thì bạn có thể lấy cân bằng thế năng với động năng và tính được mũi tên sẽ rời dây cung với vận tốc bao nhiêu. Ngoài ra, nếu bạn biết góc mũi tên được bắn đi (và bỏ qua áp suất không khí) thì bạn có thể tính được nó bay đi bao xa.⁷

Theo năm tháng, cung tên được cải tiến dần. Một số yếu tố liên quan đến sức mạnh của một cái cung. Ba yếu tố quan trọng nhất là độ dài của nó,

hình dạng của nó, và thành phần của nó. Nói chung, cái cung càng dài thì nó sẽ càng mạnh, nhưng những yếu tố kia cũng có vai trò to lớn. Ta sẽ thấy ở phần sau rằng người Anh đã phát triển loại cung dài (tên có gắn lông chim) rất hiệu quả và đã sử dụng nó thành công đáng kể trong những trận đánh với người Pháp.

Hình dạng tổng thể của cái cung cũng quan trọng. Những cái cung thời xưa có một đầu cong và làm bằng gỗ. Tuy nhiên, về sau các cung thủ biết rằng nếu hai đầu cung đều uốn cong ra xa người bắn, thì mũi tên sẽ bay đi xa hơn. Đây là do sự uốn cong làm thu hẹp khoảng cách giữa cái cung và sợi dây lúc đứng yên, và do đó sợi dây dịch chuyển xa hơn trước khi đến điểm dừng nơi mũi tên bay ra. Lực đẩy bổ sung này cấp cho mũi tên thêm chút động lượng và tốc độ. Loại cung này được gọi là cung uốn ngược.

Thành phần của cái cung, tất nhiên, cũng quan trọng không kém. Loại gỗ, hay vật liệu khác, làm nên cái cung có tác động lớn đối với sức mạnh của nó. Ngoài ra, khối lượng riêng, độ đàn hồi, và ứng suất bền (mức căng mà nó có thể chịu được trước khi hỏng) của cái cung xác định nó có thể dự trữ bao nhiêu năng lượng và mức hồi phục hình dạng ban đầu của nó sau khi bắn.

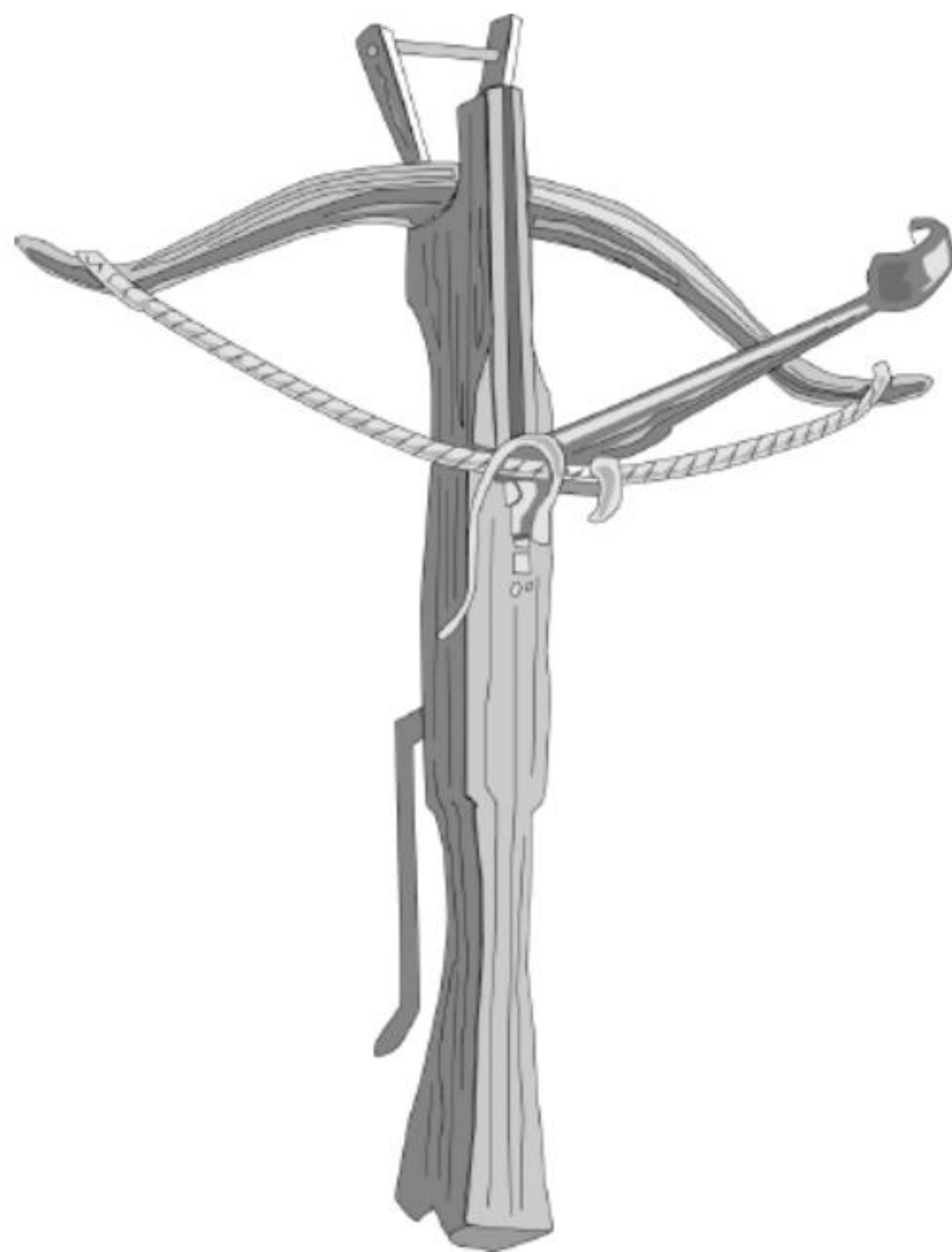
Từ rất sớm, người ta biết rằng cung nỏ làm từ nhiều hơn một vật liệu thì hiệu quả hơn cung nỏ làm đơn giản bằng gỗ. Chúng được gọi là cung ghép. Cung ghép thường được làm bằng gỗ, một đoạn sừng động vật, và dây gân. Đoạn sừng mảnh này được dán với bầu cung ở phía đối diện với cung thủ. Sừng được lấy từ linh dương, trâu nước, và thỉnh thoảng sừng cừu và sừng dê được sử dụng. Đoạn sừng này cho phép có nhiều năng lượng được dự trữ trong cái cung hơn. Hồ dán được làm từ dầu cá. Các dây gân cũng được dán dọc theo phía sau cung, một lần nữa là để tăng mức dự trữ năng lượng. Hai đầu nhọn (đoạn uốn ngược) cũng được gia cố bằng các khúc xương.⁸

Mũi tên liên tục được cải tiến theo năm tháng. Một trong những yếu tố quan trọng nhất là trọng lượng của mũi tên. Nếu một mũi tên quá nhẹ thì nó sẽ bị ảnh hưởng bởi chuyển động của không khí và sẽ không giữ được quỹ đạo

bay. Mặt khác, nếu nó quá nặng thì nó sẽ tạo ra lực kéo theo lớn và sẽ rơi quá nhanh. Trọng lượng lí tưởng phải lưng chừng đâu đó. Người ta cũng biết từ sớm rằng lông chim gắn dọc hai bên làm tăng mức ổn định của mũi tên, và độ dài và độ cao của lông chim có tác động đến tầm xa của mũi tên, và đến mức vững vàng của nó trong khi bay.

Một cải tiến trên cung tên bình thường là nỏ chữ thập, nó được sử dụng bởi người Hi Lạp xưa. Nó bắn ra đạn thép, và ban đầu cung thủ phải kéo dài rút ngược ra sau và khóa vào vị trí, sau đó buông cò nhả ra. Cách này khiến việc lên đạn chậm, và cần một lực mạnh để kéo dây cung ngược lại. Tuy nhiên, về sau người ta phát triển một hệ thống tời cơ học để lên đạn, và với nó dây cung được kéo với một lực căng lớn hơn nhiều. Do đó, quả đạn thép rời khỏi cung với một vận tốc lớn hơn nhiều, và vì thế nó có tầm xa lớn hơn. Nhưng vấn đề chưa dừng ở đó. Các quả đạn thép không hiệu quả khí động lực học cho lắm, và do đó chúng cũng không chuẩn xác. Ngoài ra, chúng chậm hơn nhiều và khó lên đạn hơn nhiều so với cung tên bình thường. Tối đa một nỏ chữ thập có thể bắn hai lần mỗi phút trong khi một cung thủ giỏi có thể bắn mười hai đến mười lăm mũi tên mỗi phút. Tuy nhiên, thoát đầu nỏ chữ thập có ưu điểm so với cung bình thường: các quả đạn thép mà chúng bắn ra có thể xuyên thủng khiên chắn bằng thép của quân địch. Hơn nữa, các quả đạn thép có thể dễ dàng tiêu diệt ngựa. Tuy nhiên, cuối cùng người Anh đã phát minh ra cung dài, nó cũng đủ mạnh để xuyên thủng khiên giáp.

Mặc dù không được sử dụng trong những cuộc chiến thời xưa, nhưng cuối cùng cung tên vẫn có một tiến bộ đáng kể. Tất nhiên, cái cung khó kéo ngược, nhưng năng lượng bạn tiêu hao cho việc kéo ngược nó càng lớn, thì năng lượng mà nó truyền cho mũi tên càng lớn. Và một lần nữa máy móc xuất hiện cứu vãn tình hình. Cuối cùng, người ta dùng ròng rọc để giúp các cung thủ thực hiện công lớn hơn lên cái cung (và tạo ra thế năng lớn hơn) với sức kéo nhẹ hơn. Cung ghép cho phép cung thủ giữ và kéo cung mà không cần rất nhiều sức căng hay mệt mỏi.



Nỏ chữ thập

CƠ SỞ VẬT LÝ CỦA CÁC VŨ KHÍ KHÁC THỜI XƯA

Đa số vũ khí ngày xưa là những dụng cụ thuộc loại này hay loại kia bắn ra mũi tên hoặc đá. Thật vậy, đa số là máy bắn đá thuộc một loại nào đó. Như chúng ta đã nói, ba loại được biết tới nhiều nhất là máy ném đá, máy bắn đá và súng bắn đá. Máy ném đá là một lò xo xoắn, nó dự trữ năng lượng trong một số vòng dây xoắn. Nó có thể ném ra các mũi lao hay đạn đá với kích cỡ đa dạng. Mũi lao được đặt trong một cái máng nông bằng gỗ. Máy ném lao được nhắm bằng cách móc một dây cung vào phía sau mũi lao và quấn ngược nó bằng một cái tời. Nó kéo cái máng trượt và mũi lao bên trong ngược ra sau, và đồng thời nó làm xoắn cuộn dây (dây cung được gắn với hai đầu, mỗi đầu có cuộn dây quấn riêng của nó). Bánh cóc và răng vấu ngăn nó bắn ra khi nó

được lên dây. Một khi đã lên dây, nó có thể được bắn ra bởi cái cò. Một lần nữa, ta có thể năng của các cuộn dây xoắn, và khi nó nhả ra, thế năng biến đổi thành động năng của mũi lao.

Máy ném đá sớm nhất được phát triển vào khoảng năm 400 tCN. Máy tốt nhất có tầm ném khoảng năm trăm yard. Chúng chỉ sử dụng các loại đạn ném nhẹ, nên chúng không chịu lực mạnh, thành ra chúng tương đối chính xác.

Máy bắn đá thì mạnh hơn nhiều, và nó hoạt động dựa trên một nguyên lý hoàn toàn khác. Thật vậy, thỉnh thoảng nó được gọi là “máy bắn đá đối trọng” vì nó sử dụng một đối trọng để sinh năng lượng ném đạn đi. Nó được sử dụng đầu tiên bởi người Pháp vào thế kỷ thứ mười hai, và nó hoạt động dựa trên nguyên lý đòn bẩy đã mô tả ở phần trước. Bộ phận chính của nó là một tay đòn dài neo trên đất ở gần một đầu. Tại cuối tay đòn dài là một dây quàng chứa một túi đạn; đây là nơi đặt đạn ném (thường là đá cỡ lớn). Năng lượng thu từ một vật nặng đặt tại đầu của tay đòn ngắn. Nó được nâng lên và giữ tại chỗ cho đến khi sẵn sàng. Một lần nữa, ta có thể năng biến đổi thành động năng của đạn ném. Khi buông cò, túi đạn và tay đòn dài sẽ bật lên theo hướng thẳng đứng. Tại đây, dây quàng sẽ nhả ra và túi đạn mở ra. Đạn sẽ được ném về phía trước với vận tốc đáng kể. Dụng cụ hoạt động nhờ lực hấp dẫn.

Ưu điểm của máy bắn đá là nó có thể bắn các hòn đá tới ba trăm pound, có thể làm thiệt hại đáng kể cho phần phía trên của đa số tường thành. Nó có tầm ném khoảng ba trăm yard. Điều quan trọng nên lưu ý là dây quàng giữ một vai trò quan trọng, nó có thể làm tăng gấp đôi sức mạnh của máy ném đá, cho phép máy ném đạn đi xa gấp đôi so với trường hợp không có dây quàng.

Loại thứ ba trong số này, gọi là súng bắn đá, giống như súng ném đá ở chỗ nó cũng sử dụng áp lực xoắn tạo ra bởi các dây gân xoắn. Nó gồm một cái khung lớn đặt trên đất cùng với một khung thẳng đứng gắn vào. Một cái nan, hay tay đòn, gắn vào trục đỡ chạy xuyên qua khung thẳng đứng. Một cái gầu hình bát được đặt tại đầu tay đòn này, cùng với đạn đặt trong gầu. Máy được

lên dây bằng cách kéo tay đòn ngược lại sức xoắn của các dây quấn. Khi buông cò, tay đòn sẽ bật lên theo hình cung, giải phóng đạn tại đỉnh đường bật. Như trong trường hợp các dụng cụ kia, người ta có thể sử dụng các tảng đá lớn làm đạn. Súng bắn đá thường có tầm xa khoảng một trăm hai mươi foot.

CHƯƠNG 4

SỰ PHÁT TRIỂN VÀ SỤP ĐỔ CỦA ĐẾ CHẾ LA MÃ VÀ NHỮNG CUỘC CHIẾN TRANH ANH-PHÁP NGÀY XƯA

Đế chế La Mã là một trong những thế lực quân sự hùng mạnh nhất mà thế giới từng chứng kiến, và nó thống trị thế giới phương Tây trong hơn một nghìn năm trời. Quân La Mã tiến lên thống lĩnh thế giới bắt đầu với Chiến tranh Punic, trận đầu tiên diễn ra vào năm 264 tCN. Những cuộc chiến này nổ ra giữa thành Rome và các quân đội mạnh khác ở vùng Địa Trung Hải, Carthaginis. Cuộc chiến đầu tiên diễn ra phần lớn trên biển, và sau một quãng thời gian dài giằng co, quân La Mã chiếm được ưu thế. Tuy nhiên, trong Chiến tranh Punic lần hai (218 tCN đến 201 tCN), quân La Mã chiến đấu chống lại Hannibal, tướng thống lĩnh Carthaginis, và ông đánh bại họ hết trận này đến trận khác. Hannibal thành công chủ yếu bởi vì ông thông minh hơn quân La Mã. Tự kiêu với khả năng giành phần thắng của mình, quân La Mã dễ dàng rơi vào bẫy, kết quả là trong mười bảy năm sau đó, một trăm nghìn lính La Mã đã thiệt mạng, nhưng cuối cùng thì các tướng lĩnh La Mã bắt đầu rút kinh nghiệm, và sau cùng họ đã đẩy lùi Hannibal.

NGƯỜI LA MÃ VÀ VŨ KHÍ CỦA HỌ

Sau khi tiêu diệt thành Carthage, người La Mã tiếp tục chiến dịch của họ, cuối cùng họ xâm lược phần lớn khu vực xung quanh Địa Trung Hải, Hi Lạp, phần nhiều Trung Đông, Đức, Bắc Phi, và nước Anh. Thật vậy, họ đã xâm lược một phần lớn thế giới văn minh thời ấy, và trong quá trình ấy họ đã trở thành thế lực quân sự hùng mạnh nhất mà thế giới từng biết. Và họ làm thế nhờ sử dụng các loại vũ khí và chiến thuật tốt nhất được biết khi ấy. Họ sử dụng áo giáp gồm nhiều lớp vật liệu chồng lên nhau. Đa số áo giáp và vũ khí

của họ được làm bằng đồng hoặc bằng sắt. Họ chưa khám phá ra thép. Họ sử dụng một lưỡi gươm tương đối ngắn, nhưng hiệu quả, gọi là *gladius*, chủ yếu dùng để đâm. Ngoài ra, người La Mã còn sử dụng cung tên, lao, mác, và một tấm chắn gọi là khiên cao khoảng bốn mươi inch, rộng ba mươi inch, và hơi cong.

Khi vây thành, họ sử dụng máy ném đá, súng bắn đá, và các loại máy phóng khác sử dụng các loại lò xo đa dạng. Chiến thuật căn bản của họ khi đối mặt quân địch là triển khai các tấm chắn liên kề nhau để hạn chế tối thiểu những tổn thất do lửa của quân địch. Tuy nhiên, hàng tiên phong xoay tròn để cứ mỗi mười lăm phút là thay mới hoàn toàn. Binh lính đã qua huấn luyện nghiêm ngặt và ác liệt, và kỉ luật được phục tùng chặt chẽ.

Mặc dù họ sử dụng máy ném đá, súng bắn đá, và các vũ khí khác mà người Hi Lạp đã sử dụng, nhưng họ không cố gắng cải tiến gì thêm. Thật vậy, người La Mã hầu như chẳng có tiến bộ gì trong lĩnh vực khí cụ quân sự. Tuy nhiên, khi họ để ý thấy phe địch có cái gì đó cách tân và mới mẻ, họ nhanh chóng học theo ngay. Họ dường như chẳng quan tâm gì đến khoa học, dù là khoa học thuần túy hay cái gì đó có thể dùng để phát triển vũ khí mới. Trong phần lớn thời gian thống lĩnh, họ khinh thường khoa học. Khi họ xâm lược Hi Lạp và Alexandria, hàng trăm nghìn tư liệu khoa học đã rơi vào tay họ, nhưng họ chưa hề bận tâm dịch bất cứ tài liệu nào, và họ chưa hề khai thác bất cứ tài liệu nào mà họ chiếm được. Quan điểm của họ là họ đã có đủ mọi thứ cần thiết để giành phần thắng trong các cuộc chiến.¹

Thật bất ngờ, mặc dù không xem trọng khoa học, nhưng người La Mã thật sự vượt trội về kĩ thuật. Trong hàng trăm năm trị vì, họ đã xây dựng hàng nghìn dặm đường – một số tuyến đường thuộc loại tốt nhất từng thấy ở châu Âu. Hơn nữa, họ còn xây dựng số lượng lớn đập nước cùng với mạng lưới cống dẫn để đưa nước đi khắp nơi. Và họ đã xây dựng một số công trình to lớn nhất và đồ sộ nhất tính đến khi ấy. Vì vậy, trong khi họ biết ít về vật lí học và chẳng quan tâm mấy đến nó, nhưng họ thật sự đã sử dụng nhiều nguyên lí cơ bản

của vật lí học. Để có những thành tựu kĩ thuật của mình, họ phải am hiểu các khái niệm như lực, trọng lượng, lực căng và sức căng, và áp lực nước.²

Nền văn minh La Mã kéo dài từ khoảng năm 753 tCN đến khoảng năm 476 sCN. Nó phát triển cực thịnh vào khoảng năm 250 sCN, khi La Mã xâm chiếm phần lớn thế giới văn minh đã biết. Nhưng quy mô lớn của đế chế cuối cùng khiến nó rạn vỡ. Thật khó khăn cho Rome trông nom nhiều miền đất xa xôi và nhiều con người như thế. Ngoài ra, một vài cuộc nội chiến cuối cùng bùng phát. Sau khi Caesar bị ám sát, Octavius và Mark Antony khơi nội chiến trừng phạt những kẻ ám sát, nhưng cuối cùng hai ông lại đánh lẫn nhau. Hơn nữa, do lãnh thổ đế chế quá rộng, họ bắt đầu sáp nhập quân lính từ những miền đất chiếm được vào quân đội của họ, cùng với lính đánh thuê, cuối cùng thì đội quân này trở thành số đông trong quân lực La Mã. Việc này gây ra một biến đổi lớn trong quân đội; những người lính không còn trải qua huấn luyện và kỉ luật khắc khe nữa, và tinh thần cống hiến của họ cho thành Rome bị suy giảm đáng kể.

Tuy nhiên, những kẻ thù duy nhất mà họ có là tại biên giới của đế chế, và những kẻ thù này là những tộc người man di chẳng biết gì về chiến tranh có tổ chức, máy móc vây thành, và áo giáp. Và đối với thành Rome, họ chẳng phải là một mối đe dọa gì đáng kể.

Nhưng trong khi quân đội La Mã đang suy thoái, thì các tộc người man di đang tìm kiếm cái sẽ đem lại cho họ ưu thế. Và như ta đã thấy ở phần trước, câu trả lời là việc sử dụng các chiến binh trên lưng ngựa. Đa số các tộc người man di đã biết cưỡi ngựa từ nhỏ. Khó khăn lớn nhất là ở vững trên lưng ngựa trong lúc đánh nhau – đặc biệt, việc điều khiển ngựa trong lúc bắn tên và sử dụng gươm cùng với giáo mác. Bước đột phá đầu tiên là việc phát triển yên ngựa; cái yên ngựa đơn giản đầu tiên được nghĩ ra bởi người Scythia ở Đông Âu. Nó là một vật thô sơ với bờm ngựa dùng làm nệm ở phía trước và phía sau người cưỡi. Không lâu sau, người ta bổ sung thêm các thông lọng vải mắc vào chân người cưỡi. Về sau, người cưỡi sử dụng thêm bộ yên cương để giúp anh ta điều khiển ngựa. Cuối cùng, các vòng thông lọng vải được thay bằng bàn

đạp sắt, nó đặc biệt hữu ích trong việc giữ thăng bằng cho người chiến binh lúc tham chiến. Tuy nhiên, có một số ý kiến tranh cãi về việc sử dụng bàn đạp trước năm 376 sCN.

Trận chiến Adrianople, như người ta thường gọi, nổ ra vào năm 376 sCN. Một trong những bộ tộc man di, người Goth thuộc Thổ Nhĩ Kỳ ngày nay, gửi thông điệp đến đế quốc La Mã yêu cầu được chiếm giữ một phần đất đai La Mã chiếm đóng gần sông Danube. Nghĩ rằng họ là những chiến binh giỏi, các tướng lĩnh La Mã cho phép họ chiếm giữ vùng đã nêu. Nhưng hóa ra đó là một sai lầm. Thật vậy, xung đột sớm bùng phát giữa người Goth và người La Mã trong vùng. Trong mấy năm sau đó, đã xảy ra một vài trận chiến.³ Hoàng đế La Mã, Valens, cảm thấy bức mình và ông muốn chấm dứt vấn đề đó một lần và mãi mãi. Năm 378, ông thân chinh cầm quân đến Adrianople. Cầm đầu một đạo quân gồm khoảng ba mươi nghìn lính, Valens đến khu vực Adrianople vào đầu tháng 8. Ông được tin báo có một toán khoảng mười nghìn quân Goth, do thủ lĩnh Fritigern cầm đầu, đang tiến về Adrianople và còn ở xa chừng hai mươi dặm. Valens tiếp tục cho quân tiến về Adrianople và cho quân hạ trại, sẵn sàng cho quân Fritigern tiến đến. Ông được tin báo là có nhiều quân tiếp viện đang hành quân đến hỗ trợ ông, nhưng ông không muốn chờ thêm bất chấp sự can gián từ các tướng lĩnh của ông. Ông nắm chắc rằng quân La Mã hùng mạnh sẽ dễ dàng đánh bại quân phiến loạn.

Fritigern cho sứ giả gặp Valens xin cầu hòa và thiết lập liên minh trao đổi một phần lãnh thổ La Mã. Valens quá háo thắng nên ông bác bỏ đề xuất và chuẩn bị tiến công. Hóa ra Fritigern chỉ muốn nghi binh; ông đang chờ năm nghìn kỵ binh đã qua huấn luyện hành quân đến. Để tiếp tục trì hoãn trận đánh, Fritigern cho quân châm lửa đốt đồng giữa lòng quân địch, và ông cũng phái người điều đình trao đổi tù binh. Việc này thật sự làm hoãn trận đánh, và nó cũng khiến Valens bức bối.

Bất ngờ một toán lính La Mã quá lo lắng bắt đầu tấn công không cần mệnh lệnh, nhưng họ dễ dàng bị đẩy lùi bởi quân Fritigern. Tuy nhiên, lúc ấy, đã quá muộn để dừng mọi thứ; các toán quân La Mã khác tiếp tục tấn công và

phá vỡ hàng phòng thủ xe ngựa của quân Goth. Tuy nhiên, lúc này, năm nghìn lính kỵ binh nhà nghề đã đến từ mọi hướng và bao vây quân La Mã. Lính kỵ ngồi trên những con ngựa to khỏe và họ phát triển giáo dài rất hiệu quả. Sức nặng của ngựa phía sau mũi giáo tạo ra một kết hợp chết người, và các tấm chắn của phe La Mã mất lợi thế. La Mã cũng có kỵ binh, nhưng không địch nổi kỵ binh Goth. Nhiều kỵ binh La Mã đào ngũ tháo chạy.

Quân La Mã sớm rơi vào thế bất nháo. Trong vài giờ sau đó, quân Goth thăm sát họ. Đó là một trong những thất bại lớn nhất mà quân đội La Mã từng trải qua, và nó là một ngọn gió tàn phá Đế quốc La Mã. Quân chủ lực ở vùng lãnh thổ phía đông của đế quốc bị tiêu diệt. Tuy nhiên, cú sốc lớn nhất là rằng quân La Mã không phải là bất khả chiến bại.

Hơn nữa, nhiều tướng lĩnh quan trọng của quân La Mã bị thiệt mạng. Số phận của Valens thì chẳng rõ, nhưng theo một sử liệu thì ông đã thoát ra khỏi chiến trường cùng với một số cận vệ và ẩn náu trong một túp lều tranh của người dân. Quân Fritigern tấn công túp lều, và lính của Valens cố chống trả bằng cách bắn tên. Nhưng quân Goth châm lửa đốt lều và Valens bị thiêu trong ngọn lửa.

Trận chiến này thường được xem là khởi đầu của sự sụp đổ sau cùng của Rome, và không nghi ngờ gì nữa nó có một hệ lụy ghê gớm. Nó cho thấy quân La Mã không phải là bất khả chiến bại. Tuy vậy, đế quốc La Mã còn tồn tại trăm năm nữa. Tuy nhiên, trong thời gian này, nó liên tiếp thu hẹp dần lãnh thổ. Đa số những cuộc tấn công vào những năm tháng cuối cùng của đế quốc là bởi một bộ tộc man di khác, người Hun. Nhưng họ sử dụng chiến thuật giống như người Goth.

NHỮNG CUỘC CHIẾN TRANH ANH-PHÁP NGÀY XƯA

Sau sự sụp đổ của Rome vào năm 476, phương Tây bước vào một thời kì ngày nay gọi là Kỷ nguyên Tăm tối. Chỉ có một vài tiến bộ khoa học xảy ra trong thời gian này. Ngoài ra, có tương đối ít tư liệu lịch sử và tư liệu ghi chép

khác còn sót lại từ thời kì này, so với các thời kì trước đó và sau này. Kị nguyên Tăm tối bắt đầu từ năm 476 đến khoảng năm 1500. Trong thời gian này, các bộ tộc man di – người Mông Cổ, người Hun, người Goth, và cả người Viking từ phương bắc – càn quét xứ châu Âu. Vật lí học, và khoa học nói chung, hầu như dậm chân tại chỗ theo năm tháng, nhưng một ngành khoa học khác thật sự đơm hoa, đó là ngành luyện kim. Các chiến binh trên lưng ngựa nay trở thành chuyên nghiệp, và họ sớm được trang bị áo giáp. Kị binh cuối cùng có được bộ áo giáp làm bằng các vòng kim loại nhỏ đan lên nhau kiểu dây xích. Về sau, vì cung thủ thường bắn ngựa mà họ cưỡi, nên ngựa cũng được trang bị giáp. Như vậy, có một sự tìm kiếm liên tục các kim loại giúp che chắn tốt hơn. Và không lâu sau, kị binh nhận thấy các mũi tên đâm xuyên qua áo giáp dạng chuỗi xích của họ, nên các tấm thép liền được phát triển.

Trong nhiều năm trời, người kị sĩ mặc giáp trên lưng ngựa cùng với thanh lao hoặc thanh gươm dài ở hàng tiên phong khi chiến sự diễn ra. Những người lính kị như vậy không những rất hiệu nghiệm, mà họ còn có giá trị gây sốc đáng kể. Một số lính bộ phải đứng trên đất mà chống lại lính kị trên lưng ngựa càn xuống họ. Hơn nữa, tốc độ của ngựa lớn hơn nhiều so với người chạy bộ, thành ra lính bộ không có đường nào thoát. Điều này, cộng với tiếng vó ngựa dồn dập, rõ ràng có một tác dụng tâm lí cực lớn.

Khó khăn chủ yếu đối với kị binh là chi phí. Áo giáp của họ làm tốn kém, và khi người ta thấy “áo giáp xích”, như nó được gọi, bị tên xuyên thủng, thì các nhà luyện kim lại vất vả làm việc. Tuy nhiên, thép sớm được phát triển, và người ta cho lắp các tấm thép nhỏ trên áo giáp xích. Nhưng ngay cả tấm thép sau cùng cũng bị xuyên thủng bởi nỏ chữ thập, và sau này là cung dài.

Nỏ chữ thập bắn ra đạn thép. Khó khăn lớn nhất đối với nỏ chữ thập lúc mới ra đời là nó đòi hỏi chiều dài kéo cung lớn, và do đó, nó có tốc độ bắn đạn chậm. Tuy nhiên, về sau, vào thế kỉ thứ mười một, một hệ thống tời cơ giới đã giúp khắc phục vấn đề lên đạn; hơn nữa, nó cho phép cung thủ tạo ra lực căng dây lớn hơn, cấp cho viên đạn động năng và vận tốc lớn hơn khi nó được giải phóng.

Hạn chế của nỏ chữ thập là đạn thép không mang tính khí động lực học như mũi tên, và do đó chúng kém chính xác hơn. Tuy nhiên, nỏ chữ thập đã trở thành một mối đe dọa thật sự đối với lính kỵ chỉ mặc áo giáp dạng chuỗi xích.

Chiến thuật của thời kì này biểu lộ trong một trong những trận chiến quan trọng nhất xảy ra vào thời kì này: Trận Hastings, diễn ra vào năm 1066. Đó là trận chiến giữa quân Anh dưới quyền vua Harold II và quân Norman dưới quyền Duke William I, và nó diễn ra cách Hastings ở Anh chừng sáu dặm.⁴

Chiến thuật của William tỏ ra hiệu quả hơn nhiều so với chiến thuật của Harold. Ông có lực lượng cung thủ, kỵ binh, và lính bộ; còn quân Harold chủ yếu gồm toàn lính bộ. Hai phe có số lính tương đương nhau – xấp xỉ hai mươi nghìn. Quân Anh, chủ yếu là bộ binh, sử dụng mũ kim loại hình nón, áo lót kim loại, và khiên; vũ khí chính của họ là rìu, một số lính thì sử dụng gươm.

Quân William tấn công trước, bắn ra những loạt mưa tên, nhưng phần lớn chúng chỉ đâm trúng khiên của quân Anh và có ít tác dụng. Cho rằng việc bắn tên đã làm suy yếu quân Anh, William cho quân tấn công, nhưng quân Anh ném bất cứ thứ gì họ có vào quân William, và quân Anh đánh trả gây nhiều thương vong trong trận chiến giáp lá cà.

Chịu thương vong nặng nề, quân Norman tháo lui. Quân Anh chọc thủng hàng và truy sát họ, và trận chiến trở nên ác liệt và hỗn loạn. Ngựa của William bị giết và ông ngã xuống đất, nhưng ông còn sống. Bằng cách nào đó ông tập hợp lại quân lính và cho phản công, nhưng giờ thì ông nhận ra trận mưa tên ban đầu có ít tác dụng, vì vậy ông ra lệnh cho các cung thủ bắn cao qua đầu những người lính cầm khiên ở hàng tiên phong để nhắm vào những hàng lính không được bảo vệ ở phía sau của quân Anh. Chiến thuật này có tác dụng đáng kể. Thật vậy, chính Harold bị trúng một mũi tên vào mắt.

Quân Anh bắt đầu suy yếu và vỡ trận phía sau hàng khiên phòng ngự. William ra lệnh tấn công đợt nữa, và lần này quân Norman chọc thủng và kết liễu Harold. Không còn người chỉ huy, nhiều lính Anh bắt đầu tháo chạy và đào tẩu. Trận chiến sớm kết thúc và nước Anh có vua mới; William lên ngôi vào ngày lễ Giáng sinh năm 1066, tại Westminster Abbey.

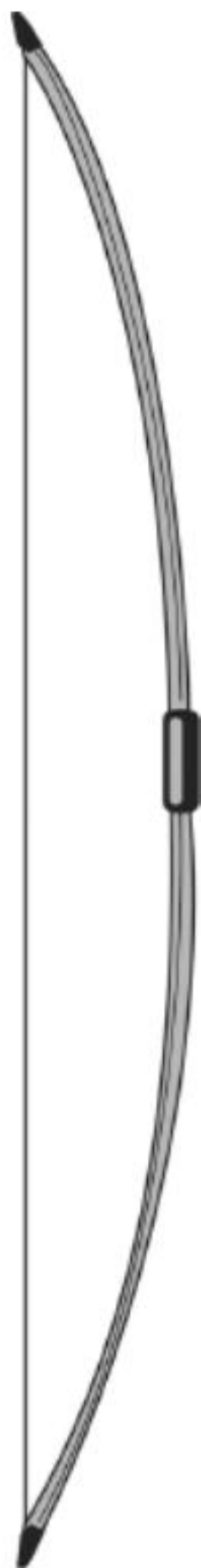
Vấn đề chính mà trận chiến trên chứng minh được là tính hiệu quả của các cung thủ – quân Norman xung trận với khoảng tám nghìn cung thủ.

Xung đột giữa người Anh và người Pháp tiếp diễn trong nhiều năm. Một trong những vấn đề chính là William, bây giờ là vua nước Anh, cũng là công tước xứ Normandy. Như vậy, các vua Anh phải tôn kính nhà vua Pháp. Nhưng vào năm 1337, Edward III của nước Anh không chịu thuận phục Philip VI của nước Pháp, và điều này đưa đến một loạt cuộc chiến kéo dài hơn một trăm năm (từ 1337 đến 1453). Được gọi là Cuộc chiến Trăm năm, thời kì này mang lại một trong những tiến bộ lớn nhất trong lĩnh vực chế tạo vũ khí. Nó xuất hiện lần đầu tiên trong Trận Crécy vào năm 1346, và nó được gọi là cung dài.

Quân Anh do Edward III chỉ huy, còn quân Pháp do Philip VI thống lĩnh. Quân Pháp đông chừng gấp đôi quân Anh, bên Anh gồm khoảng 5.000 cung thủ chạy bộ, 3.250 cung thủ cưỡi ngựa, và 3.500 lính bộ khác. Quân Pháp có khoảng 6.000 cung thủ cầm nỏ chữ thập cùng lực lượng bộ binh đông đúc. Trận chiến diễn ra gần cánh rừng Crécy.⁵

Philip cho đội cung thủ nỏ chữ thập lên hàng tiên phong, với kỵ binh hỗ trợ phía sau. Lạ thay, họ bỏ lại các tấm khiên gỗ (vũ khí phòng ngự duy nhất của họ) trên các xe kéo ở phía sau đội hình. Trận chiến bắt đầu với một loạt mưa tên từ các cung thủ nỏ chữ thập bên Pháp, chúng không gây thiệt hại gì nhiều. Quân Anh có một loại cung dài mới, và trong khi các cung thủ nỏ chữ thập chỉ bắn ra ở tốc độ một hoặc hai phát mỗi phút, thì các cung thủ dùng cung dài có thể bắn ra năm hoặc sáu phát cùng lúc. Hơn nữa, cung dài có tầm xa lớn hơn và sức đâm xuyên dữ dội hơn. Tệ hơn nữa, các dây cung của nỏ chữ

thập bị yếu đi bởi một cơn mưa ngay trước trận đấu. Các cung thủ dùng cung dài thì tháo dây cung ra và bảo vệ chúng tránh nước mưa.



Một cái cung dài tiêu biểu được sử dụng tại trận Agincourt.

Cơn mưa tên nổ chữ thập có cự li bắn ngắn, còn sự bắn trả của quân Anh sau đó thì không, và nó có hiệu quả ngay. Sự bắn trả tiếp tục diễn ra, và thế là các cung thủ nổ chữ thập không thể tiến lên đủ gần để cung của họ phát huy tác dụng. Thấy được tình huống này, nhiều cung thủ nổ chữ thập bắt đầu rút lui qua hàng kỵ binh Pháp ở phía sau họ. Bực mình trước sự rút lui đó, các kỵ sĩ bắt đầu đánh luôn phe mình, giết chết nhiều người trong số họ. Sau đó, họ

quyết định phản công. Họ thúc ngựa phi qua đám cung thủ rút lui, giẫm lên nhiều cung thủ. Các cung thủ Anh tiếp tục bắn vào lính kỵ, và trước sự bất ngờ của quân Pháp, nhiều mũi tên xuyên thủng áo giáp của họ. Vì thế, nhiều kỵ sĩ bắt đầu ngã nhào, càng lúc ngã càng đông, họ bắt đầu cản lối người phía sau, và các xác chết chất chồng lên nhau.

Khi trận chiến kết thúc, quân Pháp chịu tổn thất nặng nề. Theo một ước tính, bốn nghìn kỵ binh Pháp đã thiệt mạng cùng với hai nghìn cung thủ Pháp. Mặt khác, bên quân Anh chịu ít tổn thất – đa số các ước tính là dưới ba trăm quân. Yếu tố mang tính quyết định là loại cung dài mới sử dụng, và nó sẽ tiếp tục giữ một vai trò quan trọng trong một trăm năm tiếp sau đó.

Cung dài cũng có tính quyết định trong Trận Agincourt vào tháng 10 năm 1415. Vào lúc này, cung dài đã trở nên hiệu quả hơn nhiều. Một lần nữa người Pháp và người Anh tham chiến; lần này quân Anh gồm khoảng sáu nghìn dưới quyền Henry V, và quân Pháp gồm hơn hai mươi lăm nghìn. Trận chiến diễn ra trên một dải hẹp của vùng đồng trống ở gần Agincourt.⁶

Với quân số đông gấp bốn đến năm lần, quân Pháp có khả năng đã kiêu ngạo. Họ có tám nghìn lính lực lưỡng, nhưng họ sẽ chỉ phát huy hiệu quả trong đánh giáp lá cà, vì vậy họ phải tiếp cận gần. Hơn nữa, giữa hai phe là một cánh đồng mới cày xong, và trời đã mưa nặng hạt trong những ngày trước đó. Vì vậy, đất đai lầy lội, rất không có lợi cho quân Pháp, vì nhiều lính của họ trang bị áo giáp nặng nề. Còn về phía quân Anh, nhiều lính bộ đồ bệnh và kiệt sức sau nhiều ngày hành quân.

Các cung thủ người Anh cắm những cái cọc dài, nhọn vào đất, xiên góc về phía quân Pháp. Hàng cọc này giúp bảo vệ họ trước đội xe ngựa của quân kỵ phe Pháp. Quân Pháp dàn thành ba hàng, với lính bộ ở trước và cung thủ cùng lính bắn cung chữ thập phía sau. Quân Pháp trông đợi quân Anh mở một cuộc tấn công trực diện, nhưng quân Anh không đánh như thế. Thay vậy, lính bắn cung dài (có gắn lông chim) phe Anh mở ra hàng tên yểm trợ. Các cung thủ được huấn luyện bài bản có thể bắn mười lăm mũi tên mỗi phút, vì vậy trong

vài ba giây đã có hàng nghìn mũi tên bay trong không khí. Hơn nữa, trước sự bất ngờ của quân Pháp, các mũi tên dễ dàng xuyên qua áo giáp của họ. Nhiều mũi tên bắn trúng lưng ngựa và sườn ngựa, khiến chúng đau đớn; những con ngựa bị thương và hoảng sợ chạy lồng lên lính bộ phía trước, giày xéo họ.⁷

Lính bộ của Pháp cố gắng tự bảo vệ mình khi tiến về phía trước. Vì mũ sắt của họ là phần yếu thế nhất trong bộ giáp, nên phần lớn họ hạ thấp phần đầu xuống để tránh tên bay trúng mắt hoặc xuyên qua lỗ thở của mũ. Điều này gây cản trở tầm nhìn của họ. Ngoài ra, họ còn phải chạy trên đất bùn lún sâu tới gối, vừa chạy vừa né hoặc nhảy qua đồng đội vừa ngã xuống. Và hàng rào mưa tên dường như không có hồi kết. Chẳng mấy chốc thì lính bộ Pháp kiệt sức và mất nhuệ khí; hơn nữa, họ chẳng thể tiến lên đủ gần để đánh giáp lá cà.

Tệ hơn nữa, hàng chiến binh thứ hai và thứ ba của Pháp không biết chuyện gì đang xảy ra phía trước, họ cứ tiếp tục tiến lên, và chẳng mấy chốc thì chịu chung số phận. Trận chiến kéo dài ba giờ đồng hồ, và cuối cùng bốn đến năm nghìn quân Pháp thiệt mạng (theo nhiều ước tính khác nhau), còn phe Anh chết có vài trăm người. Nhiều quý tộc, trong đó có công tước, đốc quân, vương gia, vân vân, bị thiệt mạng. Và một lần nữa, chính cung dài của quân Anh là nhân tố quyết định.

NGUỒN GỐC VÀ CƠ SỞ VẬT LÝ CỦA CUNG DÀI

Cung dài được phát triển một cách độc lập ở một vài quốc gia. Ở Liên hiệp Anh, nó được phát triển đầu tiên bởi người Welsh. Và không nghi ngờ gì nữa, họ đã thực hiện những cải tiến đáng kể trên cấu trúc của nó, không phải từ việc hiểu rõ bất cứ cơ sở khoa học nào phía sau nó, mà chủ yếu từ thử sai.⁸

Người Anh nhìn thấy tác dụng của cung dài Welsh từ rất sớm. Nó được sử dụng để chống lại họ, ban đầu chủ yếu trong các trận phục kích và đụng độ nhỏ, nhưng cuối cùng trong những trận chiến lớn hơn, ví dụ như trận chiến năm 1402 trong đó người Welsh đã sử dụng nó khá hiệu quả chống lại người Anh. Tất nhiên, đây được xem là một mối quan ngại cho người Anh, và nó cũng

khêu gọi sự hiếu kì của họ. Họ sớm sát nhập các cung thủ Welsh vào quân mình và học hỏi kĩ thuật của họ.

Cung dài đầu tiên của Anh được làm từ một mẫu gỗ – thường là gỗ thủy tùng vì nó đặc biệt cứng và đàn hồi. Trở ngại chính là thủy tùng chẳng phải cây gỗ phổ biến và tương đối hiếm ở nước Anh. Do vậy, thỉnh thoảng chúng được làm bằng gỗ đu hoặc gỗ tần bì.

Cán cung được chọn lựa cẩn thận và trải qua một quá trình chế tạo tương đối dài. Người ta bôi dầu và sáp vào cán cung để làm nó chống thấm nước và giúp bảo quản nó. Nó phải tương đối mảnh, và độ dài thì tùy lựa theo cung thủ. Cán cung dài nhất đo được khoảng sáu foot bốn inch, cán cung ngắn hơn thì đo chừng năm foot. Vì có một tương quan trực tiếp giữa độ dài cung và sức mạnh mà cung sinh ra, cung càng dài thì sức mạnh càng lớn. Tại chỗ dày nhất của nó, cán cung có bề dày khoảng hai inch. Lực cần thiết để kéo cung dài ngược đến độ giãn cực đại của nó biến thiên từ khoảng tám mươi đến một trăm hai mươi pound. Độ biến dạng là từ hai mươi chín đến ba mươi hai inch, và người ta sớm rút kinh nghiệm được rằng cung hoạt động tốt nhất khi dây cung được kéo ngược cho đến mắt cung thủ.

Các mũi tên được làm bằng nhiều loại gỗ đa dạng. Gỗ dương, gỗ dương lá rung, gỗ cơm cháy, gỗ cây liễu, và gỗ bu-lô đều được sử dụng, với độ dài trung bình của mũi tên là khoảng ba foot. Người ta nhanh chóng biết rằng gắn lông chim cặp bên mũi tên giúp mũi tên cân bằng trong khi bay, và lông chim gắn vào thường dài từ bảy đến chín inch, và được dán chặt với mũi tên. Dây cung thường được làm từ sợi gai dầu, nhưng về sau người ta dùng vải lanh và tơ lụa.

Một trong những trở ngại chính đối với cung dài là việc huấn luyện để làm chủ nó. Do cần lực kéo mạnh để kéo nó ngược ra sau, nên cung thủ phải qua huấn luyện khổ nhọc mới sử dụng nó hiệu quả, nhất là trên chiến trường. Do vậy, thanh niên người Anh thường bắt đầu quá trình huấn luyện từ lúc khoảng bảy tuổi. Họ được huấn luyện rộng rãi, và các cuộc thi được tổ chức ở

khắp các thôn làng, với những cung thủ giỏi nhất được tuyển cho quân đội. Được làm cung thủ phục vụ quân đội là một đặc lợi, vì cung thủ thường được xem là thuộc tầng lớp quý tộc.

Một cung thủ người Anh được huấn luyện trung bình có thể bắn ra ít nhất mười hai mũi tên mỗi phút và nhắm trúng mục tiêu ở cự li hai trăm yard. Thật vậy, nếu bạn bắn tên ở tốc độ chỉ mười mũi tên mỗi phút, thì bạn bị xem là cung thủ dở.

Ta vừa mới nhìn vào cơ sở vật lí của cung tên ở phần trước, và phần nhiều cái ta đã nói cũng áp dụng được cho cung dài. Tuy nhiên, ta hãy xem xét nó một cách chi tiết hơn. Cơ sở vật lí có liên quan bao gồm cơ học của dây cung và chuyển động bay của mũi tên. Như ta đã thấy, khi cung thủ kéo ngược dây cung là anh ta thực hiện công được dự trữ dưới dạng thế năng. Khi sợi dây được buông ra, thì thế năng này biến đổi thành động năng của mũi tên. Thật ra, một phần thế năng biến đổi thành chuyển động sau cùng của dây cung (một dao động nhỏ), nhưng thường phần này là nhỏ. Cái quan trọng cần lưu ý là đối với một cái cung cho trước, dây bị kéo ngược ra sau càng nhiều, thì thế năng càng lớn. Đây là lí do cung dài có khả năng truyền nhiều động năng hơn cho mũi tên. Nó dài hơn và do đó có khả năng bị kéo ngược ra sau nhiều hơn.⁹

Tầm xa, hay quãng đường, mà mũi tên đi được, phụ thuộc vào những yếu tố sau đây:

- Vận tốc ban đầu
- Trọng lượng của mũi tên
- Góc mà mũi tên được bắn ra
- Sức cản của không khí
- Tác dụng của gió

Ta có thể xác định vận tốc ban đầu của mũi tên bằng cách cân bằng thế năng ($F \times d$) của cái cung (với dây cung kéo ngược ra sau) và động năng của mũi tên ($\frac{1}{2}mv^2$, trong đó m là khối lượng của mũi tên). Góc ngắm cung có ảnh hưởng mạnh đối với đường đi, hay quỹ đạo, của nó và tầm xa nó đi được.

Không khó chứng minh, ta thu được tầm xa lớn nhất ứng với góc ngắm bốn mươi lăm độ, nếu bỏ qua sức cản không khí và sức gió. Nhưng như chúng ta sẽ thấy sau này, các biến này cũng quan trọng, và chúng thật sự làm hạn chế tầm bay xa.

Đường đi của mũi tên là một parabol. Đây là đường cong nhìn thấy trong đèn pha xe hơi. Nhưng do bởi sức cản không khí, nó có thể là một parabol hơi méo. Sức cản không khí tác dụng một lực lên mũi tên làm nó chậm dần; đây là kết quả của sự truyền một phần động lượng của mũi tên cho không khí. Có hai loại lực cản tác dụng lên mũi tên: lực cản nhớt và lực cản áp suất. Lực cản nhớt xảy ra vì mũi tên kéo không khí liền kề với nó chuyển động cùng với nó. Thật vậy, nếu bạn có thể khảo sát chặt chẽ mũi tên đang bay, bạn sẽ thấy có một dải lớp không khí xung quanh nó, với lớp gần mũi tên nhất bị kéo theo mạnh nhất, lớp thứ hai bị kéo theo nhẹ hơn một chút, và cứ thế. Lực cản nhớt tỉ lệ với vận tốc của không khí chuyển động ra phía sau mũi tên.¹⁰

Lực cản áp suất xảy ra do lực cản nhớt tạo ra các dòng xoáy phía sau nó. Các dòng xoáy này tạo ra một mớ hỗn độn phía sau mũi tên theo cách giống như một con thuyền tạo ra làn sóng khi nó chuyển động trên nước ở tốc độ cao. Và mũi tên bay càng nhanh, thì hỗn độn càng mạnh và lực cản áp suất càng lớn. Về mặt toán học, lực cản áp suất tỉ lệ với bình phương của vận tốc (v^2). Nó tác dụng theo phương vuông góc, đẩy mũi tên sang bên và tạo ra các dao động tần số trong chuyển động bay của nó.

Hơn nữa, khi mũi tên được buông, nó tạo ra một động năng vuông góc. Với cung thủ thuận tay phải, khi mũi tên được buông dây cung hơi dịch chuyển sang trái, làm cho mũi tên uốn cong sang phải. Rồi dây cung bật trở lại sang phải, làm mũi tên chuyển động sang trái. Toàn bộ quá trình này xảy ra trong khoảng thời gian ngắn mà mũi tên vẫn còn gắn với dây cung. Nhưng khi mũi tên rời khỏi cung, dao động nhỏ phải-trái này vẫn tiếp tục diễn ra trên hành trình bay. Nếu cung thủ thuận tay trái, thì dao động có chiều ngược lại.

Lượng dao động phụ thuộc vào độ cứng của mũi tên. Nếu nó khá mềm thì nó sẽ dao động quá mức, thành ra sẽ làm giảm tốc độ của nó và do đó làm giảm sức đâm xuyên. Mặt khác, nếu nó quá cứng thì mũi tên sẽ không dao động, và điều này ảnh hưởng đến độ chính xác của nó. Vì vậy, mũi tên cần cứng vừa đủ.

Tầm tác dụng của cung dài trong tay các cung thủ ngày xưa thường vào khoảng hai trăm yard, và ở cự li đó nó dễ dàng đâm xuyên qua áo giáp chuỗi xích mà đa số kị binh sử dụng. Cuối cùng, các tấm chắn thép được áp lên trên chuỗi xích để bảo vệ tốt hơn. Nhưng các mũi tên từ cung dài có thể đâm xuyên qua tấm chắn thép nếu tầm bắn dưới một trăm yard. Tầm xa cực đại của cung dài vào khoảng bốn trăm yard. Lúc bắt đầu trận chiến, các cung thủ thường bắn ra lượng lớn tên lên cao để toán kị binh tiên phong gặp phải hàng nghìn mũi tên từ trên trời rơi thẳng xuống. Sau đó, khi các kị binh tiên phong đến gần hơn, các cung thủ sẽ chọn bắn hạ từng mục tiêu một.

CHƯƠNG 5

THUỐC SÚNG VÀ ĐẠI BÁC

Những khám phá làm thay đổi nghệ thuật chiến tranh và thay đổi thế giới

Trong nhiều năm trời, Thành Cát Tư Hãn, vua xứ Mông Cổ, liên tục dòm ngó Trung Hoa. Vốn phát triển phần hoa và thịnh vượng, Trung Hoa có nhiều thứ mà người Mông Cổ muốn có. Năm 1205, Thành Cát Tư Hãn quyết định tấn công. Quân Mông Cổ nổi tiếng hung tàn và khùng bố; họ chẳng bắt giữ tù binh nào và thường san bằng toàn bộ các làng mạc.¹

Người Trung Hoa phải làm cái gì đó, và họ phải làm cho nhanh. Họ cần một thứ vũ khí để đối phó quân Mông Cổ, và thật vậy họ đã có một thứ có tiềm năng đáng kể: một chất bột trắng mà họ vẫn dùng làm pháo hoa.

Thành Cát Tư Hãn tấn công lần nữa vào năm 1207, gây ra nỗi khiếp đảm lớn hơn. Lần tấn công này đã thúc giục người Trung Hoa phát triển cái gọi là “giáo lửa”. Nó là một ống tre dài vài foot được khoan xuyên qua các đốt, chừa đốt dưới cùng lại. Ống tre được quấn bọc để gia cố thêm và một lỗ châm lửa nhỏ được khoan gần đầu dưới. Bột thuốc súng trắng được đổ vào bên dưới, và mũi tên hoặc những đạn ném khác được đặt lên trên nó. Khi bột thuốc súng được thổi qua lỗ châm lửa, mũi tên rời nòng với tốc độ đáng kể, nhưng nó chỉ có tầm xa khoảng mười foot. Họ còn phát triển các vũ khí khác, ví dụ như máy phóng hỏa đơn giản, các tên lửa đa chủng loại, bom có thể ném bằng máy ném đá, và địa lôi.

Mông Cổ công khai chiến tranh toàn diện vào năm 1211 và xua quân tàn phá khắp nơi, nhưng người Trung Hoa đã chiến đấu dũng cảm với mọi thứ mà họ có. Người Trung Hoa cầm cự được hai năm, cuối cùng thì quân Mông Cổ thắng, và họ sớm khai thác các vũ khí Trung Hoa mới để tiến đánh những nước khác.

Trong vài thập niên tiếp sau đó, nghệ thuật chiến tranh đã thay đổi đáng kể. Một cuộc cách mạng đã bắt đầu, nhưng lần này chẳng ai lường nổi tầm quan trọng của thuốc súng trong chiến tranh sau này. Tuy nhiên, để kể lại toàn bộ câu chuyện, ta phải bắt đầu với việc khám phá các thành phần của thuốc súng, mà một trong những thành phần quan trọng nhất là saltpeter. Saltpeter thật ra là kalium nitrate, và vào thời Mông Cổ xâm lược, nó tương đối hiếm ở Trung Hoa. Một trong những nơi đầu tiên người ta tìm thấy nó là trên vách các hang động, người ta cạo nó ra dưới dạng một chất bột kết tinh màu trắng. Nó thu hút sự chú ý bởi nó cháy lóe lên khi rắc lên trên lửa. Về sau, nó còn được tìm thấy trên sàn lót chuồng ngựa. Các nhà giả kim chứng minh được nó có xuất xứ từ nước đá ngựa.



Thành Cát Tư Hãn

Trở ngại lớn nhất với dạng ban đầu của saltpeter là thật ra nó là một hỗn hợp gồm kalium nitrate và calcium nitrate. Các kĩ thuật nâng dần độ tinh khiết của nó đã được các nhà giả kim phát triển theo năm tháng, và cuối cùng họ lại quan tâm dùng nó luyện thuốc trường sinh. Tuy nhiên, vào đầu thế kỉ thứ chín, họ bắt đầu pha trộn nó với các hóa chất khác. Một hỗn hợp sớm bắt đầu thu hút sự chú ý là hỗn hợp gồm saltpeter, lưu huỳnh, và carbon (ở dạng

than). Khi quẩn trong giấy và châm lửa, nó gây ra một tiếng nổ lớn, và kết quả là nó sớm được sử dụng ở các lễ ăn mừng và để xua đuổi tà ma.

Các nhà giả kim Trung Hoa chắc chắn đã bắt đầu với một hỗn hợp 1:1:1 của ba vật liệu này, nhưng cuối cùng họ tìm thấy một hỗn hợp 4:1:1 (với 4 ứng với saltpeter) cho sức nổ tốt hơn nhiều. Hóa ra saltpeter là chất oxy hóa trong hỗn hợp (vì thế nó không cần không khí để nổ), với lưu huỳnh và carbon đóng vai trò nhiên liệu. Tỉ số giữa ba thành phần thật sự là thiết yếu, và về sau người ta tìm thấy những tỉ số khác mang lại sức nổ còn lớn hơn nữa. Tuy nhiên, đối với thuốc súng, ba thành phần chủ yếu vẫn như cũ.

Trong vòng một trăm năm sau khám phá thuốc súng, không có chỉ dấu nào cho biết người Trung Hoa đã sử dụng nó cho mục đích khác ngoài ăn mừng và làm “đồ chơi” cho trẻ nhỏ. Nhưng toàn bộ đã thay đổi khi quân Mông Cổ tấn công. Ban đầu, họ đánh chiếm một vài làng mạc ở phương bắc, nhưng cuối cùng họ không những xâm lược toàn bộ Trung Hoa, mà còn tiếp tục viễn chinh trên khắp châu Âu, cuối cùng chiếm giữ phần lớn châu Âu. Và họ không chỉ sử dụng các vũ khí Trung Hoa mới, mà họ còn phát triển các vũ khí khác và sử dụng chúng trong các trận chiến.²

Tin tức về các vũ khí mới lan đi nhanh chóng. Vào năm 1250, người Arab đã bắt đầu sử dụng thuốc súng trong những khẩu “đại bác” đơn giản mà họ gọi là madfaa. Nó gồm một cái chén gỗ hay một cái bình gỗ được nhét đầy thuốc súng, cùng với mũi tên hoặc các loại đạn ném khác như đá gắn ở phía trên. Khi châm ngòi, mũi tên hoặc viên đá sẽ bay về phía kẻ thù. Chẳng cần nói bạn cũng biết, madfaa rất không chuẩn xác.³

ROGER BACON

Tin tức về những chất nổ mới lạ cuối cùng đã lan tới châu Âu vào giữa thế kỉ thứ 13, và một nhà triết học và thầy dòng Franciscan người Anh tên là Roger Bacon đã nghe nói về nó. Một nhà buôn hay một nhà truyền giáo nào đó đã mang đến cho ông một “viên pháo” được chế tạo ở Trung Hoa. Bacon đặc

biệt quan tâm đến khoa học; thật vậy, cuối cùng ông đã có những đóng góp đáng kể cho nhiều ngành khoa học và toán học, trong đó có quang học và thiên văn học. Hơn nữa, ông có một nền tảng kiến thức hóa học khá tốt. Ông xem xét viên pháo thật tỉ mỉ và xác định chất bột ở bên trong. Phân tích nó, ông tìm thấy nó được làm bằng saltpeter, lưu huỳnh, và than, và chẳng bao lâu thì ông nhận ra một hỗn hợp quan trọng có thể có ứng dụng ý nghĩa trong chiến tranh. Ông lo lắng nếu nó rơi vào tay kẻ xấu; tuy nhiên, vài năm sau ông có đề cập đến khám phá trên trong quyển sách của ông tựa đề *Epistolae de Secretis Operibus Artis et Nature et de Nullitate Magiae*, bắt đầu dĩ ông phải công bố công thức chính xác cho nó. Người ta nói rằng cuối cùng ông quyết định công bố nó ở dạng mật mã, nhưng nhiều người tranh cãi về vấn đề này.⁴

Một trong những trở ngại với thuốc súng ở giai đoạn này là nó phụ thuộc thiết yếu vào saltpeter, và Bacon sớm phát hiện rằng saltpeter trong hỗn hợp là nguyên chất. Do đó, ông tiến hành nghiên cứu nó và tìm cách tinh lọc nó.

Trong khi Bacon thực hiện các khám phá của ông, thì người Trung Hoa vẫn đang chế tạo vũ khí của họ. Trong vài ba năm họ đã phát triển một dạng đại bác thô sơ, nhưng ở giai đoạn này nó khó sử dụng và nguy hiểm khi châm lửa. Và, tất nhiên, đại bác thô sơ của họ hết sức không chính xác. Tuy nhiên, họ để ý thấy nếu các chất khí nổ được chứa trong một buồng chịu lửa và chống nổ, thì “sức nổ” thu được tăng lên đáng kể.

Bằng chứng rằng người Trung Hoa đang làm thuốc súng xảy ra vào năm 1280 khi một kho thuốc súng lớn bén lửa. Vụ nổ sau đó có thể nghe thấy từ xa hàng dặm, và theo ghi chép thì hơn một trăm lính bảo vệ đã bị thiệt mạng trong vụ nổ. Hơn nữa, người ta còn tìm thấy các mảnh vỡ của kho lưu trữ ở xa nơi xảy ra vụ nổ hơn hai dặm.

SỰ PHÁT TRIỂN CỦA ĐẠI BÁC

Đại bác cổ thô sơ được chế tạo bởi người Trung Hoa, người Arab, và người Mông Cổ, nhưng đại bác đầu tiên như chúng ta biết được chế tạo ở Đức và Italy. Tên gọi đại bác (cannon), thật tình cờ, có xuất xứ từ dạng ống trụ của dụng cụ; tiếng Latin gọi nó là *canna*. Tiếng Latin *canon* sau này còn được dùng để gọi “súng”.⁵



Một khẩu đại bác cầm tay của người Trung Hoa xưa

Đại bác đầu tiên của người Anh xuất hiện vào năm 1327, và có một số chỉ dấu cho biết người Đức Berthold Schwartz (đôi khi được gọi là “Black Bart”) đã trộn các thành phần của thuốc súng vào khoảng thời gian này và có thể đã chế tạo một đại bác đơn giản. Theo truyền thuyết, ông cho hỗn hợp của mình vào một cái chậu và đẩy lên nó bằng một phiến đá lớn, và bằng cách nào đó châm lửa làm nó nổ tung, thổi bay phiến đá lớn xuyên thủng nóc phòng thí nghiệm của ông.⁶

Năm 1326, hình vẽ đầu tiên của đại bác xuất hiện trong một quyển sách của Walter de Milemete. Và vào năm 1341, một bài thơ mang tựa đề Vịnh Pháo Sắt của Xian Zhang ra đời. Ông tả rằng một quả cầu bắn ra từ đại bác có

thể “xuyên thủng tim hoặc bụng... và thậm chí có thể xuyên thủng vài người cùng lúc.”⁷

Tuy nhiên, đại bác vẫn tương đối hiếm ở châu Âu vào những năm 1340, và chúng mới bắn ra tên và đạn chùm. Trong một số trường hợp, mũi tên bốc cháy trong khi bay. Hơn nữa, ở những khẩu đại bác xưa nhất, thuốc súng là một chất bột mịn và vụ nổ thu được không ấn tượng cho lắm. Thật vậy, chỉ một phần thuốc súng thật sự phát nổ. Thuốc súng được cho vào một ống trụ bằng đồng thau hoặc bằng sắt, ống được bịt kín ở đầu dưới, và đạn được đặt lên trên nó. Ban đầu người ta dùng những viên đá lớn làm đạn, nhưng cuối cùng người ta thay chúng bằng những quả cầu sắt. Chúng có dạng cầu vì chuyển động nhào lộn của chúng trong khi bay. Thuốc súng được châm lửa qua một lỗ nhỏ. Hiểu theo nghĩa nào đó thì nó là một cái công tắc, nhưng thật ra nó gồm một dây thuốc súng hẹp. Khi hỗn hợp thuốc súng được châm lửa, nó nhanh chóng biến đổi từ dạng rắn sang dạng hơi, làm tăng thể tích của nó lên khoảng bốn nghìn lần. Hơi này bị nén mạnh và tạo ra một lực hết sức lớn khi nó dẫn nổ, đẩy viên đạn chạy theo rãnh nòng.

Cần rất nhiều kiến thức khoa học và công nghệ trong chế tạo đại bác. Luyện kim quan trọng trong khâu chế tạo nòng đại bác và thân bọc; hóa học quan trọng trong việc xác định hỗn hợp tốt nhất cho thuốc súng và đặt lượng bao nhiêu vào đại bác. Quá ít thuốc súng thì đạn không bay đủ xa; quá nhiều thuốc súng thì khẩu đại bác sẽ nổ, làm chết hết những ai ở gần nó. Thật vậy, trong những năm đầu sử dụng, nhiều người lính đã thiệt mạng do đại bác phát nổ.

Quy trình bắn đại bác của đội pháo binh đại thể như sau:

- a) Cho lượng vừa đủ thuốc súng vào nòng, và nó phải được ép xuống.
- b) Nhét một miếng nùi xốp hay một cái nút lên trên.
- c) Đặt khẩu đại bác gần bộ phóng và tì lên bộ phóng.
- d) Nhét thuốc súng vào lỗ châm ngòi.

e) Mang lửa mỗi lỗ châm ngòi.

CUỘC CHIẾN TRĂM NĂM

Đại bác được người Anh sử dụng lần đầu tiên trong Cuộc chiến Trăm năm, bắt đầu vào năm 1337 và kết thúc vào năm 1453. Đó là một cuộc chiến dai dẳng lúc thắng lúc thua giữa người Pháp và người Anh. Đa số mọi người nhớ vì chiến thắng quan trọng của người Pháp đối với người Anh khi người Pháp được lãnh đạo bởi Jeanne d'Arc, một cô gái nhà quê mười bảy tuổi, cô bị thiêu trên giàn hỏa khi mới mười chín tuổi.

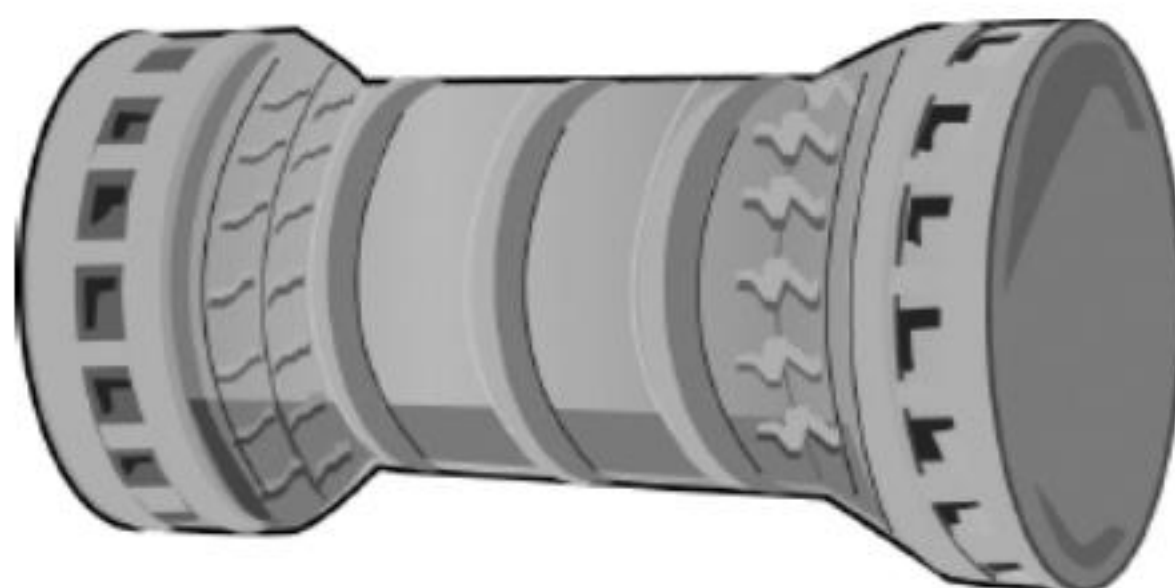
Đại bác ít khi được sử dụng trong những năm đầu cuộc chiến. Ở giai đoạn này, chúng vẫn còn kém so với các máy vây thành; chúng không thể chọc thủng tường thành, và chúng có nhiều trục trặc. Tuy nhiên, vào trận chiến cuối tại Castile ở Đức năm 1453, đại bác đã được cải tiến đáng kể, và chúng tỏ ra khá hiệu quả. Ba trăm khẩu đại bác đã được sử dụng trong trận chiến này.

BASILICA VÀ TRẬN VÂY THÀNH CONSTANTINOPLE

Đại bác cũng giữ một vai trò thiết yếu ở một trong những trận chiến quan trọng nhất của thời kì này – trận chiến dẫn tới sự sụp đổ của Constantinople vào năm 1453. Trong nhiều năm đã xảy ra căng thẳng giữa người Turk Ottoman và Đế quốc Byzantine. Sau đó, vào năm 1451, Sultan Mehmed II lên ngôi. Nhiều người cho rằng ông còn quá non trẻ, vì thế ông sớm chứng minh cho họ thấy là họ sai. Trong vòng hai năm ông đã có lực lượng quân hùng hậu và chuẩn bị tấn công thành trì Cơ đốc giáo tại Constantinople, một thành phố được bảo vệ bởi một bức tường khổng lồ dài mười lăm dặm được mệnh danh là không thể chọc thủng.⁸

Nhưng Mehmed hạ quyết tâm. Dưới sự chỉ huy của ông, một trong những khẩu đại bác lớn nhất cho đến khi ấy đã được chế tạo, gọi là Basilica. Nó được thiết kế và chế tạo bởi một kĩ sư người Hungary tên là Urban. Người

ta không biết gì nhiều về ông, nhưng có một điều chắc chắn là ông biết rất nhiều về đại bác. Ban đầu, Urban đến diện kiến Constantine XI xứ Constantinople, nhưng ông bị từ chối (các ghi chép cho biết vì ông ra giá quá cao), vì vậy ông chuyển sang Mehmed và người Ottoman, và họ chấp thuận mức giá của ông.



Nòng đại bác Basilica

Basilica có nòng dài hai mươi bảy foot, dài hơn bất kì khẩu đại bác nào khi ấy, và được biết nó có khả năng bắn một đạn đá sáu trăm cân đi xa hơn một dặm. Nó khá cồng kềnh, thật vậy, người ta mất ba giờ để nạp đạn cho nó sau mỗi lần bắn. Nhưng nó là một trong những khẩu đại bác đầu tiên có đủ hỏa lực để chọc thủng tường thành. Và nó chẳng phải khẩu đại bác duy nhất mà người Ottoman có. Khi quân lính của họ xếp thành hàng ngoài thành Constantinople, họ có sáu mươi tám khẩu đại bác ngắm vào tường thành. Đa số đều nhỏ hơn nhiều so với Basilica, nhưng do số lượng nhiều nên chúng có thể giáng đòn tấn công nặng nề.

Người Turk dùng đại bác bắn phá thành Constantinople trong năm mươi ngày. Và thật vậy, dưới sự bắn phá ác liệt, tường thành bắt đầu đổ nát khắp nơi. Đại bác phát huy tác dụng, nhưng binh lính trong thành liên tục sửa chữa tường thành với tốc độ nhanh như tốc độ chúng bị chọc thủng.

Trong thành có bảy nghìn lính phòng thủ, còn bên ngoài Mehmed có một trăm nghìn đến một trăm năm mươi nghìn quân sẵn sàng tấn công một khi tường thành sụp đổ, vì thế lợi thế nghiêng hẳn về phía ông. Nhưng Mehmed và lính của ông vẫn phải phá thành. Sau năm mươi ngày bắn phá, Mehmed bắt đầu hết kiên nhẫn. Ông gửi một toán lính đánh thử xem có thể

chọc thủng chỗ yếu nhất của tường thành hay không. Tuy nhiên, quân Cơ đốc đánh lui họ, và nhiều lính của ông thiệt mạng.

Vẫn quyết tâm, Mehmed gửi một toán lính nữa mở đợt tấn công bài bản hơn nhiều. Họ thật sự đánh tràn vào trong thành, nhưng một lần nữa quân Cơ đốc chực chờ sẵn, và, sau một trận chiến ác liệt, quân sống sót của Mehmed buộc phải lui binh.

Cuối cùng, vào khoảng nửa đêm ngày 29 tháng 5, Mehmed ra lệnh tổng tiến công. Trong các chủng binh lính của ông, ông đặc biệt thích lực lượng vệ binh đã qua huấn luyện khắc khe. Họ sử dụng mọi thứ có trong tay khi họ tấn công, nhưng dường như một lần nữa họ có thể bị đánh bại. Nhưng rồi may mắn đã xảy đến: ai đó để ý thấy một trong các cánh cổng người ta quên khóa. Một số lính lập tức lẻn vào và mở khóa các cổng khác. Lính của Mehmed nhanh chóng tràn vào thành. Mehmed còn có một vài tàu thuyền neo đậu ở hải cảng cùng với số binh lính nhiều hơn nữa. Khi họ nghe tin, họ cũng gia nhập đoàn tiến công, và trận chiến sớm kết thúc. Sau năm mươi ngày dài đằng đẳng, vất vả, Constantinople thất thủ. Mehmed tuyên bố thành phố theo đạo Hồi và đặt tên lại cho nó là Istanbul. Trong vài năm sau đó, ông đã cho xây dựng vô số đền đài, nhà thờ Hồi giáo, và điện thờ trong khắp thành phố.

ĐẠI BÁC TRONG CÁC CUỘC CHIẾN ANH-SCOTLAND

Người Anh sử dụng đại bác đầu tiên của họ vào năm 1327 để chống người Scots, và họ cũng sử dụng nó trong Cuộc chiến Trăm năm. Người Scots lần đầu tiên sử dụng đại bác vào năm 1341 để phòng thủ cho một lâu đài. Vua Jame II xứ Scotland đặc biệt yêu thích đại bác. Ông dùng chúng để tấn công Lâu đài Roxburgh vào năm 1460; nó là lâu đài Scots cuối cùng bị người Anh chiếm giữ, và ông quyết tâm giành lại cho bằng được.

Lúc tấn công, ông sử dụng một khẩu đại bác tên húy là “Sư tử”. Tuy nhiên, lúc ông đang đứng bên cạnh thì khẩu đại bác phát nổ khiến ông thiệt

mạng. Tuy vậy, người Scots tiếp tục vây ráp, và trong vòng vài ba ngày họ đã đánh thắng người Anh và chiếm lại tòa lâu đài.

Một trong những khẩu đại bác Scotland nổi tiếng nhất tên gọi là Mons Meg. Nó là món quà gửi đến nhà vua Jame II vào năm 1457, và ngày nay nó vẫn được trưng bày tại lâu đài Edinburgh. Nó có chiều dài hơn mười ba foot và đường kính trong hai mươi inch, và nó bắn ra đạn pháo cân nặng bốn trăm cân. Đã có thời nó là khẩu đại bác lớn nhất thế giới.

NGƯỜI PHÁP

Sau thất bại của họ trước người Anh năm 1415 tại Agincourt, người Pháp biết rằng họ phải tìm kiếm một vũ khí phòng thủ trước cung dài của người Anh. Không bao lâu sau khi lên ngôi, Charles VII quyết tâm làm một cái gì đó. Ông thề tống cổ người Anh ra khỏi Pháp, nhưng ông biết rằng cần có một cách tiếp cận mới. Vì thế, ông tuyển mộ những trí tuệ xuất sắc nhất nước – đặc biệt là các kĩ sư và nhà vật lí – và bố trí cho họ làm việc. Đại bác hiển nhiên có triển vọng đáng kể, nhưng nó có nhiều trục trặc. Lúc ấy, đại bác to lớn, nặng nề, và khó di chuyển, và có vẻ cách duy nhất để cải thiện hiệu năng của nó là chế tạo nó ngày càng to hơn. Tuy nhiên, ngay cả những khẩu to nhất vẫn không hiệu nghiệm lắm ở việc phá vỡ tường thành. Charles yêu cầu đội của ông nghiên cứu khắc phục vấn đề.

Những khẩu đại bác tốt nhất lúc ấy làm bằng đồng thau, nhưng chúng đắt tiền. Đội bắt đầu thử nghiệm với sắt đúc và các biến loại khác của sắt. Họ cũng sớm xác định được rằng họ cần nòng súng dài hơn để điều khiển tốt hơn sự dẫn nổ của chất khí nổ. Họ cải tạo đạn pháo bằng cách làm chúng nhỏ hơn một chút so với lỗ nòng để chúng lắp khít hơn vào súng, nhưng vẫn còn đủ chỗ cho một phần chất khí thoát ra cho an toàn. Họ còn vạt nhọn nòng từ đế nòng tới miệng nòng.

Vấn đề súng giật lùi đã diễn ra trong nhiều năm nhưng chẳng ai biết phải làm gì với nó. Ban đầu lính pháo binh cố gắng buộc đại bác của họ lại,

nhưng lực giạt lùi luôn luôn làm đứt mọi xiềng xích mà họ sử dụng. Tất nhiên, ngày nay chúng ta biết lực giạt lùi được giải thích bởi định luật Newton thứ ba, nhưng lính pháo ngày ấy làm gì biết các định luật Newton về chuyển động. Cuối cùng, họ tìm thấy giải pháp tốt nhất là bánh xe: cứ cho đại bác giạt lùi và chạy lùi trên bánh xe, sau đó nhanh đẩy nó lên cho lần bắn tiếp theo.

Bánh xe còn khắc phục một khó khăn khác: khả năng di chuyển. Đại bác nặng nề và không dễ gì di chuyển. Bánh xe giải quyết luôn vấn đề này. Và trong khi chúng đã có thể gây thiệt hại nhất định cho tường thành, nhưng chúng vẫn chưa đủ mức gây khiếp đảm. Chỉ có những siêu đại bác hết sức nặng nề mới có thể gây ra nhiều thiệt hại. Mặc dù không biết cơ sở vật lý tinh vi của động lượng và xung lượng, đội của Charles cuối cùng vẫn nhận ra rằng không phải chỉ khối lượng của đạn bắn mới là vấn đề. Tốc độ đạn khi nó đi tới tường thành cũng thiết yếu. Càng nhanh càng tốt. Vì thế, họ đã làm thử nghiệm với thuốc súng, cố làm cho nó hiệu quả hơn, và họ tìm thấy thuốc súng kết hạt thì tốt hơn.

Cuối cùng, quỹ đạo của đạn bắn là một vấn đề. Ban đầu, người ta tin rằng đạn pháo bay lên trong không khí, và tại một điểm nhất định nó rơi thẳng xuống. Mặc dù họ hiểu thêm đôi chút về vấn đề này, nhưng vấn đề không được giải quyết trong nhiều năm. Đồng thời, họ biết rằng góc ngắm đạn bắn cũng có tầm quan trọng thiết yếu. Góc bắn xác định nơi đạn tiếp đất. Góc bắn khác nhau đồng nghĩa là tầm xa khác nhau, vì thế mà họ chế tạo trục quay. Nó sử dụng dây, nệm và các đai ốc đa dạng cho phép đại bác được ngắm ở những góc khác nhau.

Cuối cùng, Charles VII đã sẵn sàng, và ông sớm đáp trả người Anh.

CHARLES VIII VÀ CHIẾN THẮNG NAPLES

Charles VIII hưởng lợi từ nhiều tiến bộ của thời Charles VII. Vào cuối thế kỉ mười lăm, ông đã thiết lập một quân đội hùng hậu và quyết định tấn công một số thành thị ở Italy. Năm 1494, công tước thành Milan và nhiều

người khác kiến nghị ông tấn công Naples. Vì thế, Charles dẫn quân gồm hai mươi lăm nghìn người tiến đến Naples, họ đi tới ngoại vi thành phố vào tháng Hai năm 1495. Tuy nhiên, giữa ông và Naples là pháo đài đồ sộ Monte San Giovanni. Ai cũng chắc rằng không thể nào tiến qua được. Pháo đài có tường cao, dày vài foot, và trong hàng trăm năm trước đó nó chưa một lần thất thủ trước vô số đợt tấn công.⁹

Charles cho lính đẩy các khẩu đại bác mới của ông đến cách tường thành ở cự li một trăm năm mươi yard và bắt đầu bắn các viên đạn sắt năm mươi pound về phía thành. Lính phòng thủ tin chắc rằng đạn quá nhỏ để gây thiệt hại gì nhiều. Nhưng Charles biết rõ hơn. Súng liên tục nả đạn vào thành trong tám giờ, và thật vậy, tường thành đổ. Trong vòng vài giờ trận chiến kết thúc, và Charles chẳng mất người lính nào. Rồi ông cho quân tiến vào Naples và lấy thành mà không cần đánh. Sau đó, Charles tự phong mình làm Vua Naples.¹⁰

Tin tức vây thành nhanh chóng lan khắp Italy. Người ta ở khắp miền nội địa bị sốc. Thủ lĩnh các thị thành Italy buộc phải hành động nhanh; họ cần vũ khí phòng thủ chống lại những vũ khí mới. Một ai đó sớm tìm thấy rằng nếu họ chất đầy bụi đất phía sau thành, thì việc nã đạn pháo sẽ kém hiệu nghiệm hơn nhiều và sẽ gây ít thiệt hại hơn.

Yếu tố then chốt trong những năm tháng ấy là khoa học, đặc biệt là vật lí học và hóa học. Nhưng trên thực tế, ngoài chiến tranh, người ta ít quan tâm đến khoa học. Chiêm tinh học và giả kim thuật vẫn ăn sâu trong xã hội. Vua chúa có các nhà chiêm tinh và nhà giả kim thuật chuyên nghiệp trong vương phủ của họ, chứ không phải các nhà khoa học. Thần học vẫn thống trị.

CHƯƠNG 6

BA NGƯỜI ĐI TRƯỚC THỜI ĐẠI

Da Vinci, Tartaglia, và Galileo

Kỉ nguyên Tăm tối kéo dài cho đến khoảng năm 1500, nhưng vào cuối thế kỉ mười lăm, những tiến bộ quan trọng đã ra đời, không những trong công nghệ quân sự mà cả trong nhận thức tự nhiên. Một trong những người dẫn đầu thời kì này về giải quyết được nhiều bí ẩn cơ bản của tự nhiên là Leonardo da Vinci, ông sống từ năm 1452 đến 1519. Tuy nhiên, ông không có ảnh hưởng đáng kể đối với khoa học thuộc thế hệ của ông, phần lớn bởi vì chỉ có vài ba phát minh tài tình của ông thật sự được triển khai, và các ghi chép và hình họa của ông không được công bố lúc ông còn sống. Tuy vậy, ngày nay ông được xem là một trong những thiên tài lỗi lạc nhất từng tại thế, và chẳng ai nghi ngờ rằng nhiều ý tưởng của ông đã đi trước thời đại của ông nhiều năm hoặc thậm chí hàng thế kỉ. Ngày nay, đa số mọi người biết tới ông là một họa sĩ. Hầu như mọi người đều quen thuộc với hai bức họa danh tiếng của ông: *Mona Lisa* và *Bữa tối Cuối cùng*. Nhưng ông còn là một kĩ sư bậc thầy, một nhà phát minh, và một nhà khoa học với lòng hiếu kì vô hạn trước tự nhiên và trí tưởng tượng hết sức sáng tạo. Thật vậy, ông là một thiên tài thuộc tầm cỡ số một, và các nghiên cứu của ông bao quát một ngưỡng lĩnh vực rộng, bao gồm vật lí học, thiên văn học, toán học, quang học, thủy động lực học, hóa học, và giải phẫu học.

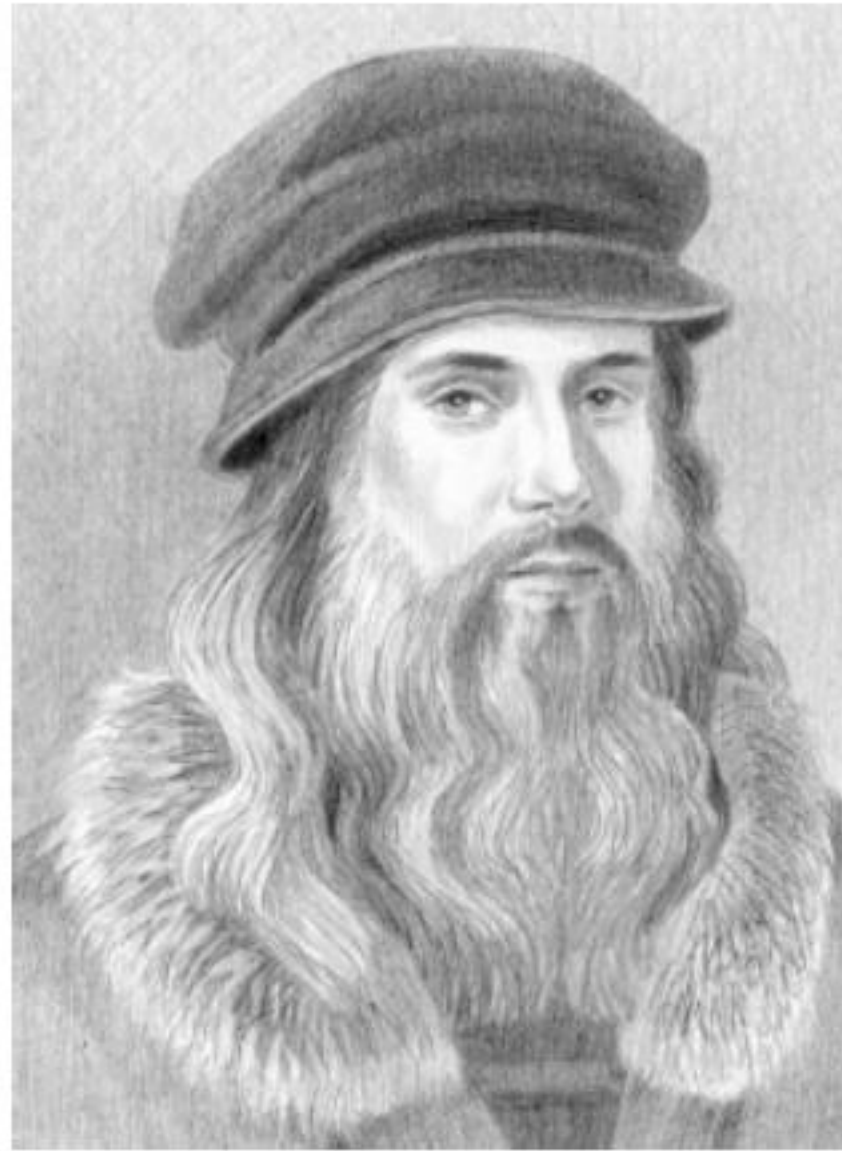
Ông chào đời ở Italy tại thị trấn nhỏ Vinci, gần Florence – là con trai ngoài giá thú của một công chứng viên giàu có và một cô gái nhà quê. Trong 5 năm đầu đời, ông sống cùng với mẹ, rồi ông chuyển đến sống cùng bố, chú, và ông nội. Mặc dù bố ông không có ảnh hưởng nhiều đối với cuộc sống sáng tạo của ông, nhưng chú và ông nội thì có ảnh hưởng. Chú của ông đã truyền dẫn sự hiếu kì về tự nhiên và khoa học, còn ông nội thì lưu giữ các tạp chí trong đó

ông viết về đời mình và các sự kiện hàng ngày. Leonardo có thói quen này từ ông nội, ông ghi lại các suy nghĩ của ông, các phát minh, và vân vân trong các tạp chí ông lưu giữ hầu như mỗi ngày trong đời mình.¹

Năm 1466, ở tuổi mười bốn, Leonardo học việc với họa sĩ lừng danh Verrocchio xứ Florence, một trong những họa sĩ giỏi nhất ở Italy. Leonardo học được rất nhiều trong những năm tháng ông ở cùng Verrocchio. Tuy nhiên, năm 1478, ở tuổi hai mươi sáu, ông rời xưởng vẽ của Verrocchio, và đồng thời rời nhà bố đẻ, và dọn đến ở nhà riêng của ông. Lúc bấy giờ ông đã định danh là “bậc thầy” trong giới hội họa, nhưng ông cảm thấy khó tiếp tục công việc với vai trò người họa sĩ. May mắn thay, ông đã phát triển một tài năng khác. Theo năm tháng, ông đã vẽ nhiều hình phác thảo những loại vũ khí mới trên các tạp chí của ông. Vì nhà nước đang cần kĩ sư quân sự, nên ông đến Milan xin việc với Công tước Ludovico Sforza, thành chủ Milan, nhưng Sforza, không thấy ấn tượng trước những hình vẽ vũ khí kì cục và đi trước thời đại của ông, nên đã từ chối. Tuy vậy, ông vẫn ở lại Milan và làm việc ở đó từ năm 1482 cho đến 1499. Trong khoảng thời gian này, ông tiếp tục các nghiên cứu khoa học và các dụng cụ kĩ thuật và ông nhanh chóng trở thành một nhà phát minh tài năng.

Năm 1494, vua Charles VIII của Pháp tấn công Italy. Khi quân đội của ông tiến đến Milan vào năm 1499, Leonardo đã chạy tới Venice, và khi Venice bị tấn công thì ông sớm tìm được việc làm kĩ sư quân sự phụ trách phát minh các phương pháp mới và tốt hơn để phòng thủ thành phố.

Năm 1502, ông được thuê bởi Cesare Borgia, một lần nữa làm kĩ sư quân sự. Borgia giao cho ông công việc lập bản đồ chi tiết của khu vực xung quanh thành trì của ông ta. Thời ấy bản đồ là thứ mới mẻ, và có rất ít bản đồ tồn tại, dù là thuộc loại gì. Leonard hăng hái lao vào làm việc, đo đạc các khoảng cách và vân vân một cách tỉ mỉ. Bản đồ của ông khiến Borgia ấn tượng đến mức ông ta lập tức phong Leonardo làm kĩ sư quân sự trưởng của mình.



Leonardo da Vinci

Lúc này Leonardo đã có nhiều học trò, người học việc, và môn đồ, và vào năm 1506 ông trở lại Milan cùng với phần lớn họ. Về sau, ông chuyển đến Vatican ở Rome.

LEONARDO VÀ VẬT LÝ HỌC

Leonardo luôn ghi chép tỉ mỉ. Cách ông tiếp cận tự nhiên và khoa học chủ yếu là quan sát và nghiên cứu, nhưng trí tưởng tượng của ông luôn luôn phát huy. Ông bỏ ra hàng giờ nghiên cứu dòng nước chảy dưới những điều kiện khác nhau. Ông để ý nó chảy như thế nào xung quanh các rào chắn thuộc loại khác nhau, và nó biến đổi vận tốc như thế nào khi nó di chuyển. Ông đặc biệt quan tâm dòng chảy xoáy và động lực học mà nó hình thành. Và từ cái ông học được, ông đã phát triển nhiều dụng cụ sử dụng sức nước.

Ông còn say mê với dòng không khí xung quanh các vật, và ông đã phát minh ra một phong kế để đo tốc độ của nó. Ý tưởng bay trên trời khiến ông say mê suốt cả đời, và ông đã bỏ ra hàng trăm giờ quan sát và nghiên cứu chim chóc khi chúng bay. Làm thế nào chúng làm chủ việc lơ lửng trong không khí?

Làm thế nào mà chúng chao liệng một cách tuyệt diệu như thế? Ông quyết tâm tìm câu trả lời.

Ông không làm nhiều thí nghiệm theo kiểu như Galileo và Newton đã làm, mà ông học được nhiều thứ bằng cách quan sát và nghiên cứu. Đồng thời, không giống như các học giả khác cùng thời kì, ông có học vấn chính thống không bao nhiêu, và ông chưa từng vào đại học. Về cơ bản, ông tự học. Tuy nhiên, về sau, ông theo học nhà toán học Luca Pacioli. Thuở đầu, nhiều theo đuổi khoa học của ông gắn liền với niềm đam mê nghệ thuật và hội họa. Ông nghiên cứu tính chất của ánh sáng chi tiết đến đáng nể. Đồng thời, đối với thú hội họa lẫn điêu khắc của mình, ông đều cần kiến thức chi tiết của cấu trúc cơ và giải phẫu học.

Mặc dù ông chẳng làm thí nghiệm nào, nhưng ông vẫn lưu giữ các ghi chép chi tiết của những cái ông quan sát thấy và đã làm. Chúng được ghi chép trong mười ba nghìn trang bao gồm những mô tả và những hình vẽ trau chuốt. Đặc biệt, ông để lại số lượng lớn hình vẽ các phát minh quân sự của mình.

Lo lắng bị xâm phạm và khả năng một số phát minh quân sự của ông rơi vào tay người xấu, ông sử dụng kĩ thuật ảnh qua gương để ghi chép trong các tạp chí của mình. Bạn chỉ có thể hiểu được nó khi nhìn qua gương. Trong nhiều trường hợp, ông còn cắt bớt thông tin thiết yếu hoặc thay đổi hình vẽ của ông một chút.

Lúc còn sống ông ít công bố tác phẩm, nhưng phần lớn cái ông để lại trông như thể nó đã được chuẩn bị để công bố. Nói cách khác, nó ở dạng thích hợp cho công bố.

Vậy Leonardo thật sự hiểu được bao nhiêu về vật lí học? Một kiến thức khoa học rõ ràng về phần lớn những nguyên lí cơ bản của vật lí học vẫn chưa được phát triển. Các nguyên lí đó sẽ được thiết lập về sau bởi Galileo, Newton, và những người khác, nhưng chẳng ai nghi ngờ Leonardo đã có một kiến thức trực giác về nhiều cái cơ bản. Ông chắc chắn hiểu được những cái như lực, khối lượng, và quán tính, và ông biết sự khác biệt giữa chuyển động có gia tốc

và chuyển động đều. Và nhiều dụng cụ của ông sử dụng bánh xe, tay quay, và đĩa tròn, vì thế ông phải hiểu tốc độ góc và chuyển động.

Đặc biệt, ông khai thác rộng rãi các máy cơ đơn giản sử dụng đòn bẩy, bánh xe và trục, bánh răng có vấu, đai ốc đa chủng loại, ròng rọc, và mặt phẳng nghiêng. Máy cơ được định nghĩa trong vật lý học là một dụng cụ thực hiện công dễ dàng hơn. Về cơ bản, máy cơ di dời lực từ điểm nó tác dụng đến một điểm khác nơi nó được sử dụng. Một trong những máy cơ đơn giản nhất là đòn bẩy (một thanh đòn và một điểm tựa). Trên hình vẽ dễ thấy rằng ta có thể nâng một vật nặng lên tương đối dễ dàng bằng cách tác dụng một lực nhỏ hơn ở cự li xa hơn tại đầu kia của thanh đòn.

CÁC PHÁT MINH QUÂN SỰ CỦA LEONARDO

Các thị thành thường gây chiến với nhau, và điều quan trọng là họ luôn muốn chiếm ưu thế khi có thể, cho nên nhu cầu về kĩ sư và nhà phát minh quân sự là rất lớn. Hơn nữa, luôn luôn có nguy cơ xâm lăng từ các nước khác.

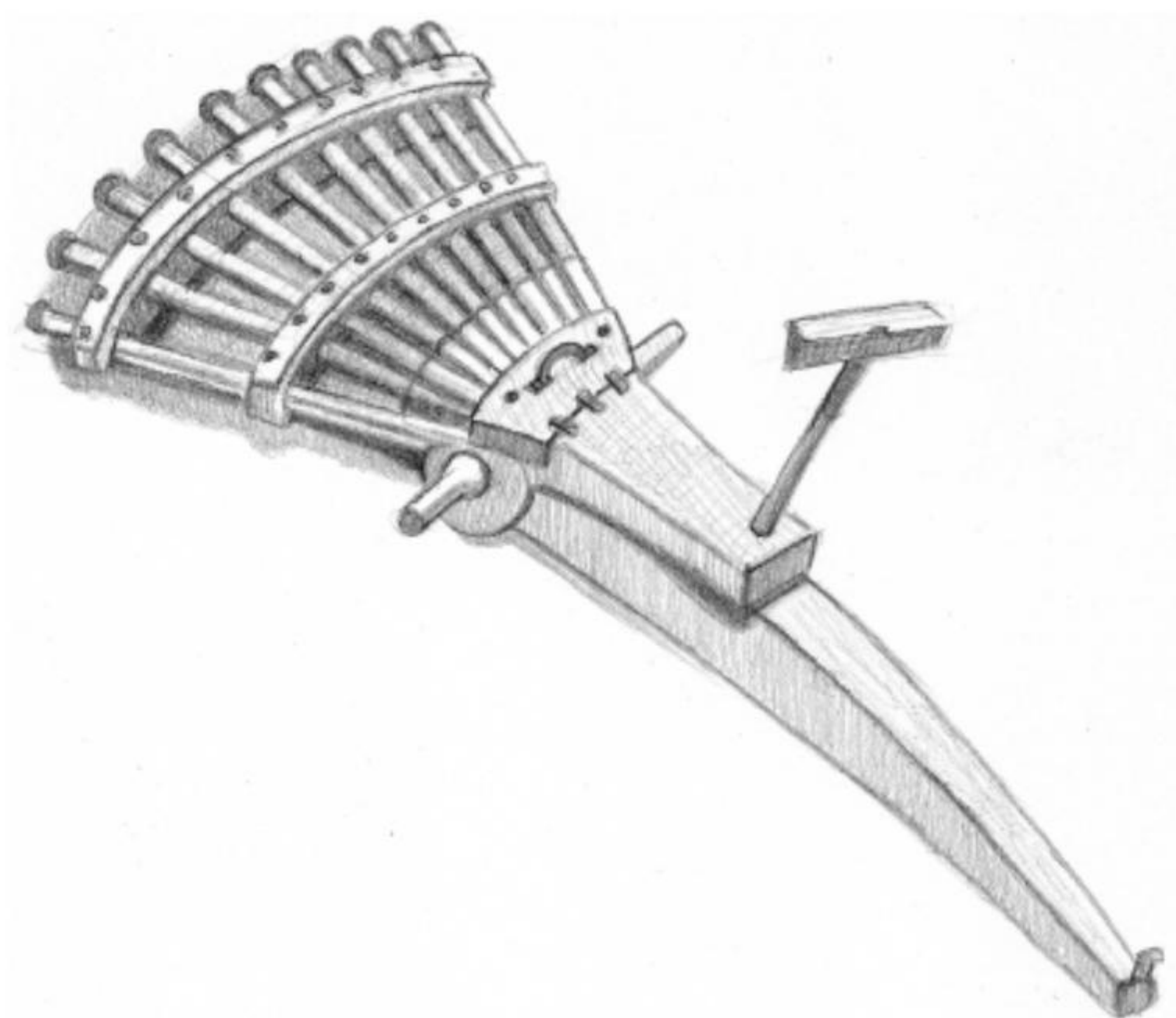
Vì Leonardo thường xuyên làm việc với vai trò kĩ sư quân sự, cho nên phần lớn phát minh của ông là máy móc chiến tranh. Ta hãy xem xét cụ thể từng phát minh của ông.²

Xe bọc sắt

Leonardo đề xuất một thiết kế cho xe bọc sắt trong khi ông đang làm việc cho Ludovico Sforza. Đó là một lớp vỏ bọc kiểu mai rùa hoạt động bởi một hệ thống bánh răng và được đẩy bởi một trục làm quay các bánh xe. Nó dựa trên sức mạnh cơ bắp của sáu người đàn ông. Các khẩu súng bắn ra từ mạn bên theo mọi hướng, cho nên người ta có thể lái nó ra chiến trường, ở đó nó có tác dụng hủy diệt đối với kẻ thù. Nó được thiết kế chống đạn để những người ở bên trong không bị cháy. Tuy nhiên, bản vẽ của Leonardo có một chỗ hở, nhưng có người nghi ngờ ông thêm chỗ hở đó là có mục đích.

Súng máy

Súng máy của Leonardo không giống với súng máy hiện đại của chúng ta, súng ngày nay bắn đạn ở tốc độ cao qua một nòng súng. Trong mô hình của Leonardo có mười một nòng súng gắn vào ba bảng gỗ theo cấu hình tam giác. Toàn bộ khẩu súng có thể quay để lớp thứ nhất bắn ra rồi chuyển sang bên ngoài đi. Kế tiếp lớp thứ hai bắn ra và chuyển sang ngoài đi trong khi lớp thứ nhất đã được nạp đạn lại, và cứ thế.



Súng máy của Leonardo (một vài khẩu súng gắn bên cạnh nhau).

Máy bay

Tầm nhìn của Leonardo về một chiếc máy biết bay cuối cùng được sử dụng trong chiến tranh, nhưng vào lúc ông hình dung ra nó, ông không nghĩ nó là một vũ khí chiến tranh. Như đã lưu ý ở phần trước, trong phần lớn cuộc đời mình Leonardo bị mê hoặc bởi khả năng bay có người điều khiển, và ông

đã dành rất nhiều thời gian nghiên cứu chim chóc bay lượn. Từ đó, cuối cùng ông đã phát minh ra một dụng cụ mà ông hi vọng sẽ cho phép con người sai cánh trên không trung giống như chim. Nét nổi bật chính của nó là hai cánh được điều khiển bởi một trục quay. Có một số bằng chứng cho thấy ông đã thật sự kiểm tra một mô hình máy bay.

Dù

Leonardo không chỉ quan tâm đến chuyển động bay trên không trung; ông còn quan tâm đến sự lơ lửng trong không khí cho đến lúc tiếp đất an toàn sau khi nhảy ra từ một độ cao lớn. Mặc dù chắc chắn ông không hiểu trọng trường như chúng ta hiểu ngày nay, nhưng ông có một nhận thức về nó, và ông đã có một hiểu biết căn bản về khí động lực học. Ngày nay chúng ta biết rằng khi bạn nhảy ra từ một độ cao lớn, có hai lực tác dụng lên bạn: trọng lực hút xuống ở tốc độ $9,8 \text{ m/s}^2$, và còn có một lực hướng lên do không khí cản chuyển động rơi của bạn. Như vậy, vận tốc của bạn không tăng lên vô hạn, như bạn có thể nghĩ. Lực hướng lên do không khí tác dụng làm bạn chậm dần cho đến cuối cùng bạn đạt tới cái gọi là “vận tốc tới hạn” của bạn. Nó phụ thuộc vào trọng lượng của bạn, hình dáng của bạn, và áp suất không khí. Đối với người nhảy dù (người nhảy lúc dù chưa bung ra), vận tốc tới hạn xấp xỉ 120 dặm trên giờ. Nếu bạn tiếp đất ở tốc độ này thì sẽ chẳng còn lại gì nhiều của bạn nữa đâu. Thứ bạn muốn là cái gì đó làm bạn chậm lại trước khi bạn tiếp đất để bạn còn sống sót, và, tất nhiên, đây là nơi cái dù xuất hiện. Leonardo đã vẽ một bộ khung hình kim tự tháp bọc vải trông khá giống với dù nhảy hiện đại của chúng ta, và theo các thử nghiệm thì có khả năng nó đã hoạt động suôn sẻ.

Từ dù nhảy của mình, ông còn thiết kế một tàu lượn cũng có khả năng hoạt động được. Một lần nữa, những tàu lượn đầu tiên mãi một trăm năm sau mới xuất hiện.

Trục thăng

Gắn chặt với những phát minh ở trên là một trục thăng đơn giản. Leonardo lấy ý tưởng từ một món đồ chơi Trung Quốc mà ông có được. Dụng cụ ông hình dung là một chong chóng xoáy tít khổng lồ có hình đai ốc. Ông biết đủ về khí động lực học để biết rằng khi cánh quạt quay, nó có thể tạo ra một lực hướng lên, và vì lực này hình thành bên dưới cánh quạt, nên nó có thể nâng con tàu lên không trung do áp suất mà nó tạo ra. Trong mô hình của ông, cần một vài người đàn ông trên tay quay để làm quay cánh quạt. Thật đáng tiếc, ông không biết về định luật Newton thứ ba (với mỗi tác dụng có một phản tác dụng bằng về độ lớn và ngược chiều), nên ý tưởng của ông sẽ không hoạt động được. Tuy vậy, nó là một ý tưởng tài tình vào thời ấy.

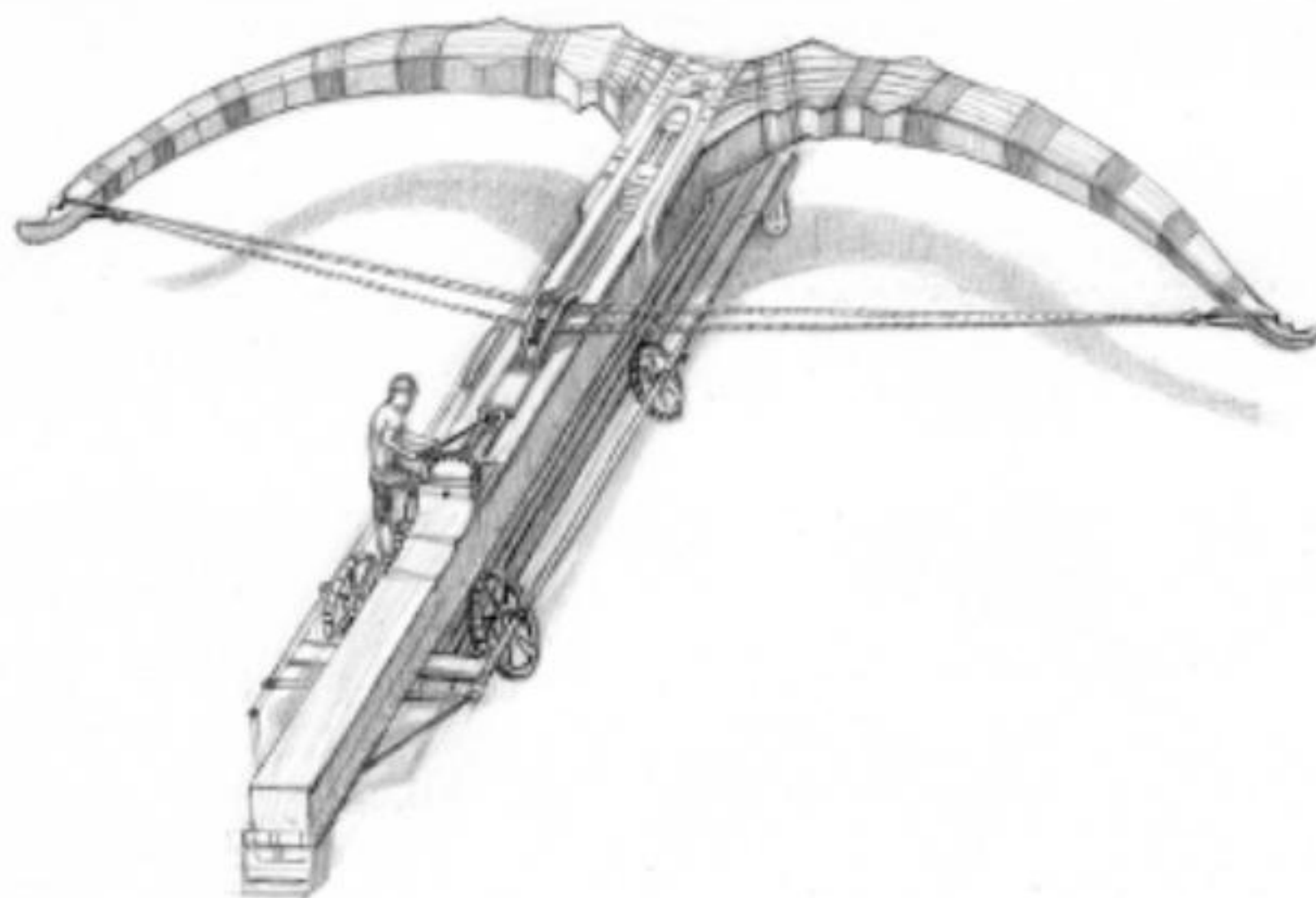
Đồ lặn

Một trong những nguy cơ lớn nhất đối với các cảng biển hay thị thành ven sông lớn là sự xâm lăng đến từ nước. Bạn có thể chiến đấu với tàu thuyền bằng cách dùng đại pháo bắn phá chúng từ trên bờ biển, nhưng cách này thường không hiệu nghiệm lắm. Leonardo đi tới một ý tưởng khác để phá hủy chúng. Ông phác thảo những bộ đồ lặn để người ta có thể dùng dưới nước. Theo ý tưởng của ông, họ sẽ khoan các lỗ thủng dưới đáy thuyền và đánh chìm chúng. Thợ lặn sẽ mang những ống thở nối với một cái chuông chứa không khí để họ thở được. Ông còn thiết kế một mặt nạ có kính mắt sẽ cho phép thợ lặn nhìn thấy dưới nước. Tất nhiên, đây chính là ý tưởng được sử dụng phổ biến ngày nay.

Đại nỏ chữ thập

Mặc dù nỏ chữ thập đã được sử dụng trong nhiều năm, và súng hỏa mai và đại bác đang bắt đầu thay thế chúng, nhưng nỏ chữ thập vẫn là một vũ khí đe dọa đem lại sự uy hiếp đáng kể. Đại nỏ chữ thập của Leonardo có vẻ được thiết kế để hù dọa, đe nẹt, và khủng bố tinh thần kẻ thù. Nó có bề ngang hai mươi bảy yard và được mang trên sáu bánh xe. Nó được thiết kế để bắn ra

những viên đá lớn hoặc có lẽ bom lửa chứ không phải mũi tên. Người ta dùng một tay quay kéo ngược dây cung để nạp đạn cho dụng cụ.



Đại nỏ chữ thập của Leonardo

Các phát minh nước và thủy lực

Nước và thủy lực giữ một vai trò to lớn trong các phát minh của Leonardo. Như đã đề cập ở phần trước, ông đã dành nhiều năm nghiên cứu chuyển động của nước khi nó chạm phải những loại bề mặt khác nhau. Nghiên cứu này đưa ông đến thiết kế một số máy móc sử dụng sức nước. Bánh xe quạt nước, chẳng hạn, đã được sử dụng trong một vài dụng cụ của ông. Ngoài ra, ông còn thiết kế các cầu nhẹ, di động, có thể lắp ghép nhanh chóng để binh lính qua sông.

Vòng bi

Một phát minh nữa có lẽ không quan trọng như một số phát minh khác, đó là vòng bi. Vòng bi là những quả cầu lăn trơn tru giữa những bề mặt đang chuyển động và giúp làm giảm ma sát. Leonardo sử dụng chúng khá hiệu quả trong nhiều máy móc của ông theo cách trong đó chúng chưa từng được sử dụng trước đây. Và chẳng ai nghi ngờ chuyện chúng được sử dụng rộng khắp

ngày nay. Trục càng xe, chẳng hạn, sẽ không thể hoạt động nếu không có chúng.

Ô tô đầu tiên và máy vi tính

Ông còn thiết kế một xe không người lái có thể lập trình mà ông không hề xem là đồ chơi. Về cơ bản nó chẳng hơn gì một xe đẩy nhỏ, nhưng nó được cấp lực bởi một lò xo giống với kiểu được dùng trong các đồng hồ ngày xưa, và nó có thể tự chuyển động khi lò xo xả xoắn. Có tầm quan trọng đặc biệt là một nhóm bánh răng được sử dụng để buộc nó chuyển động theo một lộ trình nhất định.

Máy mài thấu kính lỗi

Không chỉ dấu nào cho biết Leonardo đã phát minh ra kính thiên văn hay kính hiển vi, nhưng ông thật sự đã chế tạo thấu kính lỗi, và ông không mài chúng bằng tay. Ông có một máy mài thấu kính làm công việc ấy thay ông, và ông để lại những kế hoạch chi tiết để xây dựng nó.

Trong máy mài thấu kính của ông, ông sử dụng một tay cầm làm quay một bánh xe, đến lượt bánh xe điều khiển một bánh răng làm quay trục truyền động sang đĩa bánh răng. Thấu kính muốn mài được đặt trong đĩa.

Đạn súng cối và đại bác

Một trong những trục trặc lớn với đạn súng cối là mức ổn định của chúng trong khi bay. Leonardo chứng minh rằng việc lắp thêm vảy cho đạn làm tăng mức ổn định của nó, và ông còn thực hiện những cải tiến khác trong công nghệ súng cối. Trong một lá thư gửi Ludovico Sforza, ông viết “Tôi còn có những loại súng cối rất tiện lợi và dễ dàng vận chuyển... Khi một nơi không thể hạ được bởi các kiểu bắn phá, do độ cao hoặc vị trí của nó, tôi có các phương pháp phá hủy bất kì pháo đài hoặc thành trì nào, cho dù nó được xây dựng trên đá di nữa.”³

Sổ tay của Leonardo cũng cho thấy những khẩu pháo ném ra số lượng lớn những viên đá nhỏ và tạo ra sự hỗn loạn đáng kể đối với mục tiêu của

chúng. Và ông còn phác thảo những khẩu pháo ba nòng và còn có một khẩu pháo hơi nước.

Những phát minh hữu ích khác

Các thang cân dùng để vượt tường thành còn khá thô sơ vào thời ấy. Leonardo đã thiết kế những cái thang có thể điều chỉnh độ cao và đặc biệt nhẹ.

Ngoài ra, trong các bản vẽ của ông còn có kế hoạch cho những chiếc tàu hai vỏ, giúp chúng được bảo vệ đáng kể khỏi bị chìm. Và cuối cùng, một trong những xây dựng bất ngờ nhất và tân tiến nhất của ông là một người máy. Thú vị làm sao, người máy ấy có thể đứng, ngồi, cử động đầu, giơ tay lên và hạ tay xuống, mở và khép miệng. Nó được xây dựng dựa trên ròng rọc, gia trọng, và bánh răng. Nó được xây dựng chủ yếu phục vụ cho thú tiêu khiển của Ludovico Sforza.

THÁI ĐỘ CỦA LEONARDO ĐỐI VỚI CHIẾN TRANH

Vì ông dành quá nhiều thời gian thiết kế động cơ và máy móc sẽ được dùng để giết người, cho nên có thể người ta nghĩ rằng Leonardo bị thu hút bởi chiến tranh, và có lẽ ông thích chiến tranh. Nhưng sự thật có lẽ ngược lại. Thật ra ông phản đối chiến tranh và giết chóc – không chỉ riêng giết người, mà cả giết động vật nữa. Thật vậy, ông không cho phép mình ăn thịt động vật. Ông là người ăn chay trường cả đời, và ông thường mua chim chóc vốn sắp bị giết mổ ở chợ để ông có thể phóng sinh cho chúng. Mặc dù ông thường nói rằng ông chán ghét và cảm thấy tội lỗi về những cái ông đang làm, nhưng việc thiết kế máy móc chiến tranh là một trong những cách tốt nhất để ông sống nhân hạ.

Chắc hẳn ông đã may mắn vì phần lớn máy móc giết người của ông thật ra chưa từng được chế tạo lúc ông còn sống. Thật vậy, ông thậm chí không hề công bố chúng, và chúng vẫn được giữ kín cho đến 165 năm sau ngày ông qua đời.

TARTAGLIA

Đại bác liên tục được cải tiến, và tầm bắn của chúng đang tăng dần, nhưng vẫn còn một trục trặc nghiêm trọng: độ chuẩn xác. Phần lớn đạn pháo bay lướt trên đầu quân giặc hoặc rơi ở phía trước chúng. Người ta hiểu rằng tầm bắn của đại bác phụ thuộc thế nào đó vào góc bắn, nhưng người ta chẳng hiểu gì thêm nữa. Người giải quyết được vấn đề đó – ít nhất là một phần vấn đề – là Niccolò Tartaglia.⁴

Tartaglia chào đời tại thị trấn Brescia ở miền bắc Italy vào năm 1500. Bố ông là một người đưa thư bị sát hại khi Niccolò mới lên sáu. Vì thế, gia đình ông, bao gồm mẹ ông và một bà chị, rơi vào cảnh bần hàn. Tệ hơn nữa, Brescia bị quân Pháp xâm lược vài năm sau đó, khi Niccolò lên mười hai. Trước sự mất tinh thần và bức dọc của quân Pháp hùng mạnh, quân đội Brescia cầm cự được bảy ngày. Và khi lực lượng Brescia cuối cùng thua trận, viên chỉ huy người Pháp bức bối trước sự phản kháng kịch liệt của họ nên ông ra lệnh giết sạch mọi người trong thị trấn để trả thù. Tartaglia, mẹ ông, và chị ông trốn trong một nhà thờ địa phương, nhưng không thoát. Một người lính Pháp phát hiện ra họ và dùng gươm chém sượt qua mặt và vai Niccolò. Tưởng rằng mình đã hạ đứa trẻ, nên hắn ta bỏ đi. Khi quân Pháp rời thị trấn, mẹ Niccolò đưa ông về nhà họ và chữa trị cho ông, nhưng vết thương để lại trên mặt ông một vết sẹo lớn và ông bị nói lắp. Vì thế, Niccolò mang tên mới là Tartaglia, nghĩa là cà lăm.⁵

Niccolò nhận được một chút giáo dục từ sớm, nhưng chủ yếu là ông tự học. Ông sớm nhận ra mình xuất sắc về toán học, và tập trung vào nó trong vài năm. Cuối cùng, ông học đủ toán học để trở thành thầy giáo, và ông nhận công việc dạy học ở Verona, nhưng ông được trả lương rất thấp cho công việc này. Năm 1534, ông chuyển đến Venice, ở đó ông tiếp tục dạy toán. Về sau ông trở thành giáo sư toán học và cuối cùng trở nên nổi tiếng vì tài năng và kiến thức toán học của ông.

Chính vào khoảng thời gian này ông tiếp xúc với một trong những pháo thủ của quân đội Venice. Viên pháo thủ nói với Tartaglia về sự không chuẩn xác của đại bác của ông ta, và nhờ Tartaglia cho lời khuyên. Tartaglia lập tức bị thu hút bởi vấn đề ấy. Cái đầu tiên ông xác định được là người ta có thể thu được tầm xa cực đại khi nòng đại bác được ngắm ở góc bốn mươi lăm độ so với phương ngang (bỏ qua sức cản của không khí). Sau đó ông bắt đầu nhìn vào những vấn đề khác. Đạn pháo bắn ra đi theo quỹ đạo như thế nào? Cái gì giữ cho nó chuyển động sau khi nó rời khỏi nòng pháo? Lúc ấy các viên pháo thủ không thể trả lời những câu hỏi này. Tartaglia vừa mới dịch xong các tác phẩm xưa của Aristotle và Euclid sang tiếng Italy, và ông đã quen thuộc với các ý tưởng của Aristotle liên quan đến chuyển động ném. Theo Aristotle, toàn bộ chuyển động thuộc loại này đều là chuyển động thẳng; nói cách khác, đạn pháo sẽ bay ra khỏi đại bác theo đường thẳng và tiếp tục đi theo đường này cho đến khi nó xài hết cái gọi là “sức đẩy” rồi thì nó rơi thẳng xuống đất.

Tartaglia thỏa thuận với viên pháo thủ quan sát một thử nghiệm bắn đạn pháo ở một số góc bắn khác nhau. Các pháo thủ cho rằng vấn đề có thể liên quan đến bản thân khẩu pháo, hoặc có lẽ với thuốc súng. Nhưng Tartaglia lập tức nhận thấy chúng không phải là nguyên nhân; vấn đề mang tính căn bản hơn, và nó phát sinh do người ta hiểu sai về cách thức và nguyên do đạn pháo hành xử sau khi nó rời khỏi nòng pháo.

Dựa theo Aristotle, Tartaglia định nghĩa hai loại chuyển động: chuyển động tự nhiên và chuyển động cưỡng bức. Chuyển động tự nhiên là chuyển động của một vật rơi tự do, ví dụ như một hòn đá. Ông nói rằng tất cả những vật “nặng đồng đều” – nói cách khác, những vật được làm bằng vật liệu rắn đặc, ví dụ như Trái Đất, và nói chung có dạng tròn nhẵn, nên chúng không có sức cản đáng kể đối với không khí – có chuyển động tự nhiên. Ông nói rằng những vật như thế rơi trực tiếp xuống Trái Đất theo đường thẳng ở một tốc độ tăng dần, nhưng ông không chắc về độ lớn của gia tốc ấy, và ông chẳng biết cái gì gây ra nó.

Các vật bị ném, mặt khác, chịu chuyển động cưỡng bức. Quan điểm vào thời ấy cho rằng đạn pháo tăng tốc khi nó rời khỏi nòng. Chẳng ai biết chắc chắn có đúng như vậy không, tuy nhiên, vì tốc độ cao của đạn pháo khiến người ta không thể nhìn thấy nó vào lúc này. Nhưng nó có vẻ như hợp lí. Tartaglia đi đến kết luận rằng điều này không đúng. Ông cam đoan rằng đạn pháo bắt đầu mất tốc độ vào thời khắc nó rời khỏi nòng pháo vì nó không còn chịu ảnh hưởng của lực đẩy do chất khí đang giãn nở trong nòng pháo gây ra.

Ý tưởng ban đầu của ông là rằng đạn pháo trải qua ba giai đoạn. Giai đoạn đầu tiên là một đường thẳng kéo dài từ hướng của nòng súng. Tuy nhiên, tại một điểm nào đó, đạn pháo sẽ bắt đầu mất “lực”, và quỹ đạo của nó trở thành đường cong. Cuối cùng, khi nó mất hết toàn bộ “lực” của nó, nó sẽ rơi thẳng đứng xuống đất. Ông công bố các ý tưởng của mình trong quyển sách mới của ông *Khoa học Mới* vào năm 1537. Nhưng khi ông nghĩ nhiều về nó, ông nhận thấy các ý tưởng của mình có thể không đúng, và cuối cùng ông quả quyết rằng giai đoạn đầu của chuyển động bay của viên đạn thật ra là một đường hơi cong. Ngoài ra, lúc này ông bắt đầu bị thuyết phục rằng có một lượng lực nhất định được truyền sang vật khi nó bị bắn vào không khí, và khi lực này cạn kiệt thì chuyển động cưỡng bức của vật trở thành chuyển động tự nhiên. Ông bổ sung những hiệu chỉnh này trong quyển sách thứ hai của ông về cùng đề tài vào năm 1546. Ông cho rằng quỹ đạo ấy là kết quả của sự giằng co giữa tốc độ của viên đạn và lực đang hút nó về phía mặt đất. Ông còn cho rằng trong những trường hợp nhất định, một vật có thể vừa đồng thời có chuyển động tự nhiên vừa có chuyển động cưỡng bức.

Dựa trên công trình này, Tartaglia đã phát triển một “giác kế pháo thủ” để hỗ trợ lính pháo binh trong việc ngắm bắn đại pháo của họ. Một chân của dụng cụ được chèn vào nòng súng, và một vật nặng cho biết góc nâng của nòng súng. Khi ấy người pháo thủ có thể tra cứu các bảng do Tartaglia lập ra để biết tầm xa của súng ứng với những góc bắn khác nhau. Những bảng này được sử dụng trong nhiều năm. Chúng không chính xác lắm, nhưng chúng là cái tốt

nhất có sẵn vào thời ấy. Tuy nhiên, một nền khoa học đã được phát triển, đó là đạn đạo học, và theo năm tháng nó sẽ ngày càng quan trọng trong chinh chiến.

Cái thú vị là về sau Tartaglia rất đau đớn và hối hận về những đóng góp của ông cho sự giết chóc đồng loại của mình. Ông đã trực tiếp trải nghiệm chiến tranh lúc còn nhỏ, và ông căm ghét chiến tranh. Ông lo ngại Chúa sẽ nghĩ như thế nào về công trình của ông. Nó khiến ông ray rứt đến mức trong một phút ăn năn ông đã quyết định tiêu hủy toàn bộ những bài viết và ghi chép của ông về đạn đạo học.

Tuy nhiên, chẳng bao lâu sau thì người Pháp thiết lập liên minh với người Turks Ottoman, và họ cùng nhau xâm lược Italy. Với nguy cơ chiến tranh tiến đến ngưỡng cửa nhà ông một lần nữa, Tartaglia đã bớt ray rứt và ông xây dựng lại toàn bộ công trình trước đây của ông, cung cấp nó cho lực lượng phòng thủ của Italy.

Sự đóng góp của Tartaglia là đáng kể, nhưng vẫn còn nhiều câu hỏi chưa được trả lời. Ông không biết loại “lực” nào hút đạn pháo về phía Trái Đất, hoặc nó mạnh bao nhiêu, và ông chẳng biết gì về cái ngày nay chúng ta gọi là quán tính. Nhiệm vụ phát triển một nhận thức về những khái niệm này để lại cho Galileo.

GALILEO

Tartaglia đã có những bước tiến quan trọng trong việc tìm hiểu quỹ đạo của vật bị ném, song nhiều vấn đề vẫn còn đó. Cần có một hiểu biết tốt hơn về bản chất của chuyển động này, cùng với một loại nhận thức nào đó về trọng lực. Bước đột phá thật sự đầu tiên đến từ Galileo Galilei ở Italy. Ông thường được gọi là cha đẻ của vật lí hiện đại, và chẳng nghi ngờ gì nữa các thành tựu của ông có tính hiện tượng học. Thật vậy, ông là nhà khoa học đầu tiên phản bác các giáo điều của Aristotle vốn được chấp nhận trong hàng thế kỉ trước đó. Không phải mọi vấn đề đều được giải quyết, song giai đoạn này đã thiết lập nền tảng cho một trong gã khổng lồ khác của khoa học: Isaac Newton.

Chào đời ở Pisa, Italy, Galileo là anh cả trong bảy anh chị em. Bố ông là một nhạc sĩ và nhà soạn nhạc học đòi làm toán học và thực nghiệm. Ông đã thực hiện một đột phá quan trọng trong vật lý học, chứng minh rằng trong một sợi dây kéo căng, độ cao hay tần số biến thiên theo căn bậc hai của lực căng dây. Quả thật, Galileo đã kế thừa từ bố ông chủ nghĩa hoài nghi trước uy quyền.⁶

Bố của Galileo biết rất rõ thực tế rằng nhạc sĩ và nhà toán học là những kẻ nằm trong nhóm được trả lương thấp nhất. Ông khuyến khích cậu con trai theo học y khoa, ngành được trả lương cao. Và thật vậy, ở tuổi mười bảy Galileo vào Đại học Pisa để học y khoa. Thế nhưng ông sớm chán nản. Một lớp học toán đã đưa đến hứng khởi về toán học và khoa học, và Galileo quyết định muốn đổi mục tiêu của mình. Bố ông cực kì thất vọng, vì ông biết rằng nhà toán học chẳng kiếm khá hơn nhạc sĩ, song cuối cùng ông cũng đồng ý.⁷

Galileo làm giảng viên tại Đại học Pisa vào năm 1589 và được bổ nhiệm một chức danh ngành toán vào năm 1592. Sau đó ông chuyển đến Đại học Padua, và ở lại đó cho đến năm 1610.

Bài toán đạn đạo

Trong vòng vài năm Galileo đã có những đóng góp chính cho nghiên cứu quỹ đạo của vật bị ném, đó là mối quan tâm hàng đầu của các pháo thủ. Mọi thứ bắt đầu với niềm hứng khởi của ông về trọng lực. Aristotle từng nói rằng mọi vật đều rơi xuống đất với tốc độ phụ thuộc vào sức nặng của chúng, và trong nhiều năm điều này được xem là hợp lý. Chẳng hạn, người ta có thể dễ dàng chứng kiến những sợi lông chim rất nhẹ rơi chậm hơn nhiều so với những tảng đá nặng nề. Galileo thấy hoài nghi, và theo truyền thuyết thì ông đã mang vài quả cầu có trọng lượng khác nhau lên đỉnh tháp Pisa và thả chúng rơi. Các quả cầu đều rơi chạm đất cùng một lúc. Aristotle đã sai. Thật ra, chẳng có chứng cứ nào cho thấy Galileo đã tiến hành thí nghiệm này, tuy rằng đó là một câu chuyện li kì.⁸

Tuy nhiên, Galileo muốn tiến xa hơn. Bấy giờ hiển nhiên ông thấy rằng các quả cầu tăng tốc khi chúng rơi, vì thế chúng có vận tốc khác nhau ở những vị trí khác nhau phía trên mặt đất. Thật vậy, chúng rơi được càng xa, thì vận tốc của chúng càng lớn, và Galileo muốn đo gia tốc của chúng. Nhưng bởi vì các vật rơi quá nhanh, thành ra khó mà bố trí một thí nghiệm trực tiếp. Vì thế ông quyết định làm chậm mọi thứ lại. Cách tốt nhất làm được việc này là cho vật lăn xuống một mặt phẳng nghiêng. Vật sẽ tăng tốc theo cách y hệt bởi vì trọng lực vẫn đang tác dụng lên nó. Một lần nữa, ông để ý thấy gia tốc của các quả cầu lăn xuống mặt phẳng nghiêng độc lập với khối lượng của chúng. Nói cách khác, chúng đều đi tới chân mặt phẳng nghiêng ở cùng một tốc độ, bất kể chúng cân nặng bao nhiêu. Một nghiên cứu tường tận về chuyển động này đã dẫn tới một vài kết luận quan trọng.

Lúc đầu Galileo phát hiện thấy cái tương tự với các con lắc. Trong khi ở nhà thờ ông để ý thấy các vật treo ở đầu dưới của những sợi dây dài đong đưa do các dòng không khí trong nhà thờ. Lúc bấy giờ chưa có đồng hồ nên ông đã sử dụng nhịp đong đưa này canh giờ chúng, và ông để ý thấy bất kể quãng đường mà chúng đong đưa (gọi là biên độ) chúng đều cần thời gian giống nhau để hoàn tất một vòng. Một lần nữa, chính trọng lực đang hút các vật nặng xuống (cùng với dòng không khí), làm cho các vật đong đưa. Galileo không hề đo được gia tốc trọng trường, nhưng ngày nay chúng ta biết rằng nó bằng $9,8 \text{ m/s}^2$, và chúng ta biết rằng nó tác dụng lên mọi vật trên Trái Đất. Tuy nhiên, Galileo đã thật sự chứng minh được rằng bình phương chu kì của con lắc tỉ lệ thuận với độ dài của con lắc.

Dựa trên những khám phá của ông liên quan đến trọng lực, Galileo quyết định khảo sát chuyển động của đạn pháo thật thận trọng nhằm cố gắng hiểu thấu nó. Ông hình dung trước hết là không có lực cản của không khí, vì ông biết rằng không khí xung quanh đạn pháo tác dụng lên nó làm thay đổi chuyển động của nó. Bước đầu tiên tốt nhất là nên bỏ qua nó. Bước thứ hai, ông xét các lực tác dụng lên đạn pháo. Rõ ràng lực đầu tiên là do chất khí đang giãn nở từ thuốc súng đẩy đạn pháo từ nòng đại bác. Một khi nó bay ra khỏi

nòng, lực này không còn nữa, và đạn pháo sẽ có một vận tốc không đổi nếu như không có lực nào khác tác dụng lên nó. Khi nói lên điều này, Galileo đang hình dung một khái niệm mới mà ngày nay chúng ta gọi là quán tính. Tất cả các vật đang chuyển động đều có một mức quán tính nhất định, và do quán tính chúng sẽ tiếp tục chuyển động với vận tốc không đổi trừ khi quán tính này bị khuất phục bởi một ngoại lực. Trong trường hợp trên, có một ngoại lực đang tác dụng lên đạn pháo sau khi nó rời khỏi nòng, ấy là trọng lực, và trọng lực sẽ làm cho nó rơi xuống theo kiểu y hệt như bất kì vật nào khác sẽ rơi khi được thả ra. Khác biệt duy nhất trong trường hợp này là đạn pháo còn có một vận tốc nằm ngang.

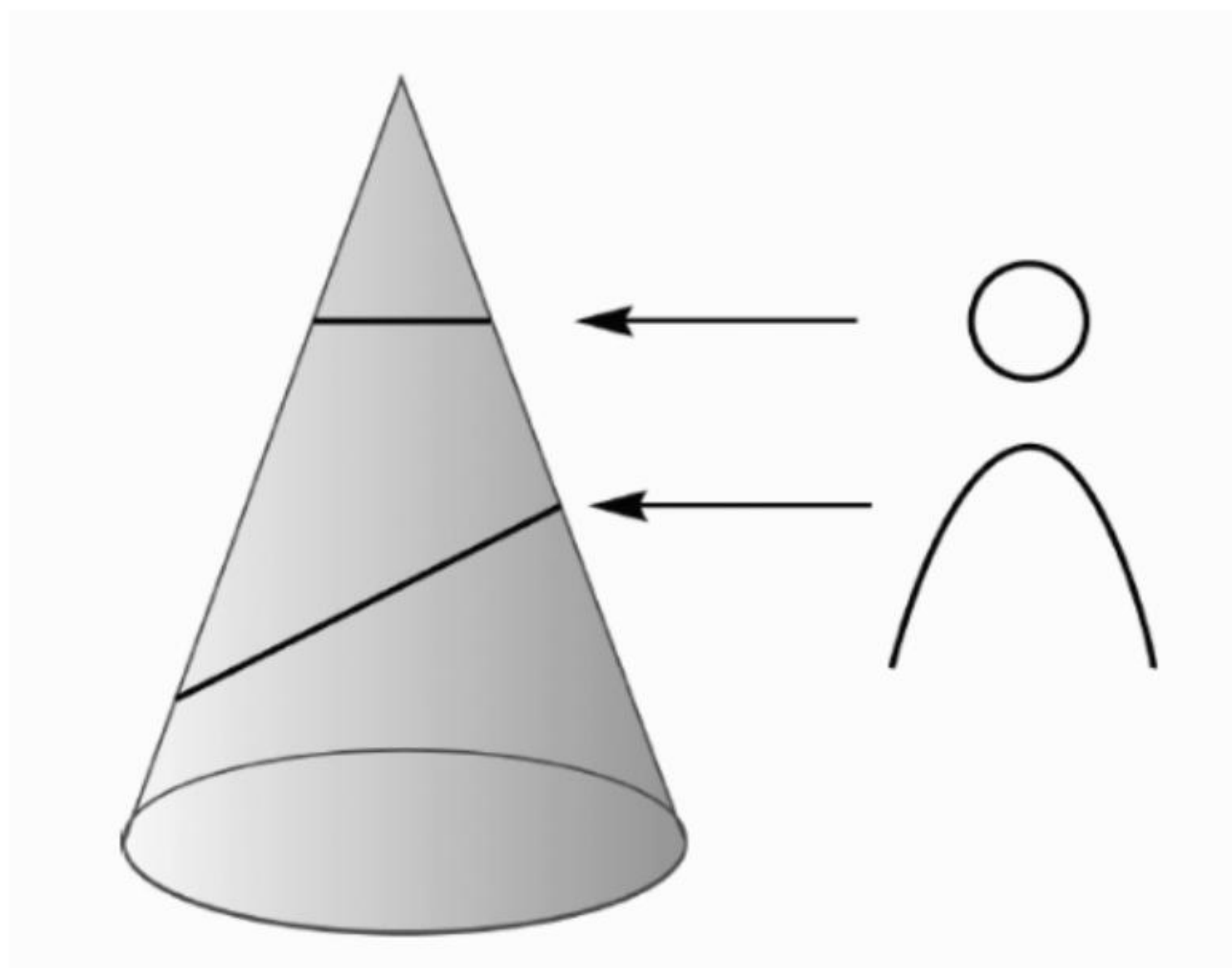
Những kết quả này đã giúp Galileo hiểu rõ hơn về chuyển động của đạn pháo. Từ các kết quả quan sát của mình, ông đi tới những kết luận sau đây:

- Các vật rơi với gia tốc không đổi (đồng thời bỏ qua lực cản của môi trường).
- Các vật đang chuyển động duy trì chuyển động của chúng, trừ khi có một lực nào đó tác dụng lên chúng.
- Định luật gia tốc: tổng quãng đường đi được từ trạng thái nghỉ dưới chuyển động có gia tốc tỉ lệ với bình phương thời gian.

Phản bác mạnh mẽ của ông đối với những ý tưởng thời trước là nhận định cho rằng lực chỉ có mặt trong sự gia tốc của đạn pháo. Một khi lực thôi tác dụng, thì vật không còn gia tốc nữa, mà nó tiếp tục chuyển động ở vận tốc không đổi trừ khi bị tác dụng bởi một lực khác. Điều này mâu thuẫn với ý tưởng của Aristotle rằng quả đạn pháo đang chuyển động dưới tác dụng của một lực không đổi, nói cách khác, nó có một “kho” lực để xài từ từ. Galileo nói rằng ý tưởng này không đúng.

Galileo quả quyết rằng đường cong hợp lí nhất mà quả đạn pháo sẽ chuyển động do kết quả này là một parabol. Parabol là gì? Cách tốt nhất để hiểu nó là hãy nghĩ tới một hình nón. Nếu bạn cắt lát hình nón song song với

mặt đáy, bạn sẽ thu được một vòng tròn, song nếu bạn cắt lát nó xiên một góc nào đó, thì bạn sẽ thu được một parabol (miễn là bạn đừng cắt qua mặt đáy).



Một parabol, đường cong thứ hai từ trên xuống

La bàn quân sự

Từ kết quả nghiên cứu của ông về chuyển động của đạn pháo, Galileo đã phát triển một la bàn hình học dùng trong quân sự. Nó nhại theo dụng cụ của Tartaglia dành cho các pháo thủ, song nó có nhiều cải tiến. Nó đem lại cho các pháo thủ một cách mới và an toàn hơn để nhắm đại bác của họ chính xác hơn. Ngoài ra, nó còn có thang chia và số ghi trên đó cho họ biết cần bao nhiêu thuốc súng cho những quả đạn pháo có trọng lượng và kích cỡ khác nhau.

Giống như Tartaglia, Galileo căm ghét chiến tranh và cảm thấy tội lỗi vì phát triển vũ khí chiến tranh, song ông cảm thấy chúng là cần thiết. Thêm nữa, tiền lương của ông tương đối thấp, và ông phải kiếm thêm. Vì thế không những ông đã phát triển la bàn dành cho pháo thủ; mà ông còn có hàng trăm

cái được chế tạo và bán ra, đem lại cho ông một khoản thu không nhỏ. Ngoài ra, ông còn đứng lớp dạy các pháo thủ cách sử dụng dụng cụ mới, và ông còn viết sách về nó, để bán.

Thật thú vị, chỉ với những điều chỉnh tối thiểu, dụng cụ giống như vậy cuối cùng đã được sử dụng trên thực địa.

Kính thiên văn

Mặc dù không phải là thiết bị dành riêng cho chiến tranh, song kính thiên văn là vô giá so với vũ khí. Chiếc kính thiên văn đầu tiên được chế tạo bởi Hans Lippershey ở Hà Lan vào năm 1604. Galileo nghe nói về nó trong một khoảng thời gian ngắn, và ông bắt tay vào chế tạo một cái. Ông đã quen với việc mài thấu kính, vì thế ông có thể chế tạo khá nhanh. Ông hoàn thành chiếc kính thiên văn đầu tiên của mình vào năm 1609, và nó là một cải tiến đáng kể so với mẫu Lippershey; nó có năng suất khoảng bằng ba (nói cách khác, nó phóng đại ba lần). Không lâu sau ông chế tạo một chiếc cải tiến cho năng suất chừng tám lần, và ông trưng bày nó trước các vị lập pháp thành Venice vào năm 1609. Họ vô cùng kính sợ và ấn tượng, và họ nhanh chóng nhận thấy nó sẽ hữu ích trong sự kiện tấn công, đặc biệt từ hướng biển. Cánh buồm của tàu giặc, chẳng hạn, có thể được nhìn thấy ít nhất hai giờ trước khi nó được nhìn thấy bằng mắt trần, và điều này đem lại ưu thế rất lớn. Ông được tặng một khoản thù lao để chế tạo thêm các kính thiên văn khác.

Thế nhưng công dụng quân sự chẳng mấy khiến Galileo bận tâm; ông hứng thú hơn với những gì kính thiên văn sẽ cho ông thấy phía trên Trái Đất ở bầu trời đêm. Và với vài năm sau đó, Galileo đã cách mạng hóa thiên văn học. Ông phát hiện Mộc tinh có bốn vệ tinh nhỏ, và Kim tinh biểu hiện các pha giống như mặt trăng của chúng ta khi nhìn gần. Ông cũng để ý thấy Thổ tinh có một cái vành kì lạ xung quanh nó, và ông đi tới nghiên cứu mặt trăng của chúng ta, lưu ý rằng nó có bề mặt đầy hang hố. Rồi cả mặt trời cũng khác với người ta từng nghĩ: nó chẳng phải một cái đĩa thuần khiết, trong trẻo mà mọi

người từng giả định. Bề mặt nó đầy những vết đen – cái ngày nay gọi là các vết đen mặt trời. Và cuối cùng ông nhìn chi tiết vào Dải Ngân Hà và nhận thấy nó gồm hàng nghìn (có lẽ hàng triệu) ngôi sao riêng lẻ. Thật vậy, trong một khoảng thời gian tương đối ngắn ông đã có nhiều khám phá thiên văn học hơn cả hàng thế kỉ trước đó, và cả sau thời đại của ông nữa.

Và Galileo không dừng lại với kính thiên văn; ông còn chế tạo kính hiển vi. Một lần nữa nó không phải là chiếc kính đầu tiên, song có khả năng nó là chiếc kính tốt nhất lúc bấy giờ. Ông dùng để nó để khảo sát côn trùng cùng những vật thể nhỏ bé khác.

Những phát minh khác

Kính thiên văn và kính hiển vi không phải những dụng cụ duy nhất được Galileo chế tạo. Vào năm 1593, ông còn chế tạo một trong những nhiệt kế đầu tiên. Nó hoạt động dựa trên sự giãn nở và co lại của không khí trong một quả cầu làm dịch chuyển nước trong một cái ống gắn kèm theo. Ông còn cố gắng bán nó, song không thành công.

Galileo là một trong những người đầu tiên hiểu được vai trò của tần số (hay độ cao) đối với âm thanh, và ông đã cố gắng xác định tốc độ ánh sáng, nhưng không thành công. Và ông đã phát minh ra một dụng cụ dùng để xác định xem kim loại nặng hơn nước bao nhiêu.

Có lẽ Galileo được biết tới nhiều nhất với phản bác của ông đối với quan niệm vũ trụ địa tâm được chấp nhận vào thời của ông. Ông cam đoan rằng mặt trời nằm tại trung tâm của hệ mặt trời, và cuối cùng ông bị giáo hội kết án vì những ý tưởng của mình.

CHƯƠNG 7

TỪ SÚNG ỐNG SƠ KHAI ĐẾN VŨ KHÍ HỦY DIỆT TOÀN BỘ

Trong vài thập kỷ sau khi Galileo qua đời, chiến tranh xảy ra hầu như liên miên. Thời kì này bao gồm Cuộc Chiến Ba Mươi Năm từ 1618 đến 1648, một trong những cuộc chiến hao tổn nhiều sinh mạng nhất trong lịch sử thế giới. Số thương vong của xung đột này phần lớn là do các vũ khí mới được nghĩ ra. Vì thế ta hãy bắt đầu với những vũ khí này, và đặc biệt, với súng.

NHỮNG KHẨU SÚNG CHIẾN TRANH

Trong các chương trước, ta đã thấy đại bác được phát triển như thế nào và được cải tiến ra sao, nhưng trong một khoảng thời gian ngắn sau khi nó được sử dụng, người ta bắt đầu nghĩ tới thứ gì đó nhỏ hơn có thể cầm tay, và chẳng bao lâu thì đại bác cầm tay xuất hiện. Chúng xuất hiện chủ yếu là do vấn đề áo giáp sắt; nghĩa là, áo giáp có thể chống chọi phần lớn các mũi tên bắn ra từ cung dài (trừ khi chúng bắn trúng chỗ thích hợp) và nó khá hiệu quả trong việc chống lại sự công kích của nỏ chữ thập. Cần có thứ gì đó dễ dàng xuyên thủng áo giáp này. Đạn pháo chắc chắn xuyên thủng, song chúng to quá và khó sử dụng. Cần thứ gì đó nhỏ hơn, và cuối cùng thì xuất hiện đại bác cầm tay. Đại bác cầm tay được sử dụng đầu tiên ở Trung Hoa vào thế kỷ mười ba, nhưng chúng thường không chuẩn xác và khó sử dụng; tuy nhiên, đạn bắn ra từ chúng có thể xuyên thủng đa số loại áo giáp ở cự li gần.¹

Nòng của những khẩu súng đầu tiên dài chừng bốn foot, và chúng được làm bằng sắt rèn hoặc đồng thiếc. Gắn với nòng súng là một báng gỗ. Một trong những khó khăn chính trong việc sử dụng những khẩu súng sơ khai này là phải cần hai người vì cần hai tay để ngắm và cầm súng cho vững và hai tay nữa để mồi lửa và giữ ngòi châm với lỗ đốt. Người pháo thủ cũng có thể tự

chống đỡ khẩu súng và mồi lửa, nhưng như thế thật khó. Những khẩu đại bác cầm tay đầu tiên cũng tương đối nặng nề, chừng hai mươi đến hai mươi lăm pound, song chúng có thể nhả đạn xa một trăm yard.

Thật kì lạ, mặc dù chúng tương đối không chuẩn xác, nhưng ánh chớp và tiếng rền ầm ĩ của chúng thường có tác động tâm lí mạnh mẽ đối với quân địch – nhất là nếu quân địch chưa từng nhìn thấy chúng trước đó. Trong nhiều trường hợp, binh lính phe địch chạy tán loạn. Đại bác cầm tay được sử dụng rộng khắp châu Âu và châu Á mãi đến thập niên 1520. Rồi khi những phát triển mới về thuốc súng xuất hiện, ví dụ thuốc súng hạt nghiền, súng cầm tay bắt đầu được cải tiến. Khẩu súng đầu tiên xuất hiện hậu đại bác cầm tay là súng hỏa mai, nghĩa là “súng móc” theo tiếng Hà Lan. Móc ám chỉ cái gì thì vẫn không rõ. Đa số người ta tin rằng đó là vì báng gỗ có hình móc câu. Tuy nhiên, về sau các khẩu súng thật sự có cơ chế móc để giữ ngòi châm.

Có một trục trặc với tên gọi, vì một số khẩu súng sau này cũng được gọi là súng hỏa mai. Dẫu sao, nó được sử dụng đầu tiên vào khoảng năm 1458, và nó được sử dụng phổ biến cho đến khoảng năm 1490. Một lần nữa, nó là một vũ khí tầm ngắn khó nạp đạn, song nó trông giống với súng trường hiện đại của chúng ta hơn với đại bác cầm tay ngày xưa. Hơn nữa, các tiến bộ về thuốc súng khiến nó mạnh mẽ hơn nhiều. Thế nhưng nó nặng nề và thường phải cần bộ đỡ.

Theo sau súng hỏa mai là súng trường, nhưng lại có trục trặc với tên gọi. Về sau, hầu hết súng cầm tay đều được gọi là súng trường, và các tay súng bắn chúng được gọi là lính ngự lâm. Chúng được nạp đạn từ nòng và có nòng khoan nhẵn. Những khẩu súng cầm tay sớm nhất thường được trụ giữ trên ngực, nhưng trong một khoảng thời gian ngắn chúng đã được thiết kế để trụ giữ trên vai, và cuối cùng các thợ rèn súng đã thiết kế báng súng cong để khẩu súng có thể được trụ giữ trên vai chống giật lại. Đây là một cải tiến đáng kể so với súng hỏa mai vì lính ngự lâm thường có thể bắn ra hai phát đạn trong khoảng ba phút.

Theo thời gian, súng trường buổi đầu đã phát triển thành súng trường hỏa mai. Ưu điểm chính của nó là nó tránh được vấn đề môi kíp nổ bằng diêm cầm tay. Diêm bây giờ được gắn với súng và khi bóp cò thì diêm sẽ bật lửa. Cuối cùng diêm trở thành một cầu chì cháy chậm, hay, chính xác hơn, một dây cháy âm ỉ. Súng hỏa mai lúc này còn có thêm một chảo môi. Một cần gạt lò xo gắn với móc kim loại giữ dây cháy âm ỉ. Khi người bắn nhấn cần gạt bằng ngón tay của mình, “diêm” được hạ vào chảo môi, nó chứa đầy thuốc súng. Chảo môi được gắn với lỗ đốt, dẫn tới đạn ở trong nòng. Chớp lửa trong chảo môi làm cháy bột thuốc súng trong lỗ đốt, rồi đến lượt nó làm cháy thuốc súng trong nòng. Tuy nhiên, trong một thời gian ngắn, cần gạt đã được thay bằng cò nhấn.²

Súng hỏa mai là vũ khí quân sự chính trong nhiều năm trời, song nó cồng kềnh để tải và bắn. Trước khi bắn, xạ thủ phải trải qua nhiều bước:

- Rót thuốc súng vào nòng, rồi đặt một cái bùi nhùi và một viên đạn lên trên nó.
- Đổ đầy bột thuốc súng từ một bình khác vào chảo môi.
- Lên cò giữ dây cháy âm ỉ, rồi thổi lên nó và đảm bảo nó sẽ làm cháy thuốc súng.
- Bóp cò.

Và ngay cả làm đủ các thao tác này, trong phần nhiều thời gian súng vẫn không nhả đạn. Nếu trời mưa hay thời tiết xấu thì thuốc súng sẽ mất hiệu nghiệm. Hơn nữa, người bắn chịu nguy hiểm vì anh ta mang quá nhiều thuốc súng để mở và cầu chì thì luôn luôn cháy. Tai nạn xảy ra luôn; thật vậy, thỉnh thoảng khẩu súng sẽ làm nổ cánh tay của người lính. Tuy nhiên, súng hỏa mai đã được sử dụng trong nhiều năm, và theo năm tháng nó được cải tiến dần. Độ dài nòng súng rút ngắn từ khoảng bốn foot xuống còn ba. Vật tựa hay vật cân bằng cho súng cuối cùng không cần dùng nữa, và thuốc súng dần dần được cải thiện.

Một cải tiến đáng kể với súng hỏa mai xuất hiện vào đầu thế kỉ mười sáu, nhưng trong phần lớn thời gian nó hiếm khi được dùng làm súng quân sự, và lí do chính bởi vì nó đắt tiền. Khẩu súng mới được gọi là súng hỏa mai bánh xe khóa. Cầu chì cháy là vấn đề chính: nó vô hiệu khi trời mưa, và nó có thể bị nhìn thấy dễ dàng bởi kẻ thù. Cái cần thiết là một cơ chế tạo ra tia lửa có thể thắp sáng chảo mồi. Bản thiết kế cho một cơ chế như vậy được khám phá đầu tiên bởi Leonardo da Vinci vào khoảng năm 1490, nhưng ông giữ phần lớn các phát minh của ông trong bí mật, vì nó chẳng giúp ích gì cho quân sự vào lúc này. Bản thiết kế tương tự được tìm thấy trong quyển sách tiếng Đức năm 1507 ở Áo, và cuối cùng nó được các nhà làm súng người Đức chế tạo vào đầu thế kỉ mười sáu.³

Cơ chế này na ná như cái bật lửa thuốc lá hiện đại. Nói ngắn gọn, tia lửa được tạo ra bằng cách xoay một bánh xe thép có rãnh đẽ trên một miếng pyrite. Một phát triển quan trọng khác là chảo sáng bây giờ có thêm nắp đậy để giữ thuốc súng khô. Khi chuẩn bị khai hỏa, người bắn trượt mở chảo mồi và đổ thuốc súng vào nó và rồi trượt đậy nắp lại. Bánh xe thép ở trong chảo mồi, và cần gạt giữ miếng pyrite ở phía trên chảo, giữ tại chỗ bằng một lò xo. Khi bóp cò, bánh xe bắt đầu quay, nắp chảo mồi trượt trở lại, và miếng pyrite đập mạnh vào bánh xe đang quay tạo ra tia lửa điện rực rỡ. Tia lửa đốt cháy chảo mồi, đến lượt nó đốt cháy thuốc súng trong lỗ đốt, và nó kích hoạt nổ trung nòng súng.⁴

Các nhà chế tạo súng người Đức khá say mê với bánh xe khóa, song cơ chế của nó đắt tiền và tinh vi. Về cơ bản, nó quá đắt để sản xuất hàng loạt cho quân đội. Tuy nhiên, nó được giới quý tộc dùng làm vũ khí đi săn, và về sau cơ chế tương tự được dùng trong súng lục. Thật vậy, lúc này súng lục được kì binh ưa chuộng, vì chúng dễ mang bên mình và dễ bắn.

CHIẾN TRANH TRÊN BIỂN

Súng cầm tay nhanh chóng lan tỏa khắp châu Âu, và chẳng bao lâu thì cung dài và nỏ chữ thập không còn được sử dụng. Súng trường là vũ khí chính,

và hiệu quả của nó có xu hướng làm tăng tốc chiến tranh trong một khu vực có nhiều xung đột. Và trong khi mọi chuyện đang tăng tốc trên đất liền, thì các phát triển được triển khai trên biển. Tuy nhiên, nói chung, ở đây tiến độ diễn ra chậm hơn, và có nhiều vấn đề hơn. Một trong những vấn đề lớn nhất là việc gắn những khẩu đại bác lớn trên boong tàu. Chúng nặng nề quá, và nếu gắn quá nhiều đại bác thì chúng khiến con tàu mất cân bằng.

Thế nhưng đây chưa phải là vấn đề nghiêm trọng nhất. Đi biển là một quá trình trùng-hay-trật, đặc biệt là giữa trùng khơi mênh mông. Bởi vậy, đa số các thuyền trưởng đều nghiêng về hướng giữ đất liền trong tầm nhìn. Song họ chỉ có thể làm như vậy trong chừng mực nào đó. Không bao lâu thì người ta biết rằng vùng đất bên kia biển cả mênh mông thật giàu có châu báu. Không những có vàng, mà còn có đường, trà, và gia vị có thể bán với lợi nhuận vô khối. Tuy nhiên, biển cả nay ẩn trong nó một hiểm họa khác: hải tặc. Những con thuyền nhỏ, chạy nhanh đang chờ những con tàu lớn chất đầy châu báu, và chúng đánh úp bất kì con tàu nào chúng bắt gặp.

Anh, Tây Ban Nha, Pháp, và Bồ Đào Nha là những thế lực chính lúc bấy giờ, và họ đều muốn xây dựng hải quân của mình, do bởi tình hình mậu dịch sinh lợi với châu Á và các vùng đất khác, đồng thời vì họ cần một lực lượng quân đội mạnh trên biển. Một trong những người đầu tiên nhận thấy một đội hải quân mạnh là yếu tố sống còn là Hoàng tử Henry của Bồ Đào Nha. Ông sinh năm 1394, là con trai thứ ba của Vua John I. Ở tuổi hai mươi mốt, ông đã thống lĩnh một đội quân tấn công và chiếm được tiền đồn quân sự của Ceuta, ở Eo biển Gibraltar.⁵

Bởi thắng lợi ấy khiến vua cha ấn tượng, nên Henry được phép thiết lập một viện hải quân ở tây nam Bồ Đào Nha tại Sagres. Nhà hàng hải Henry, như sau này ông nổi danh như thế, biết rằng một hải đội mạnh là thiết yếu cho sự thành công của một quốc gia, và ông đã lên kế hoạch xây dựng hải quân tốt nhất trên thế giới. Hải quân cũng là chìa khóa dẫn tới những kho báu không thể tin nổi ở bên kia đại dương.

Bước khởi đầu, Henry bắt đầu tìm kiếm các nhà toán học, nhà thiên văn học, nhà bản đồ học, và nhà địa lí giỏi nhất ở châu Âu. Và vào năm 1418 ông tập hợp toàn bộ họ lại tại viện hải quân của ông. Ông đặt ra một vài mục tiêu cho viện. Một trong những mục tiêu quan trọng nhất là phát triển kĩ thuật dẫn đường tốt hơn, ngoài ra ông còn muốn thiết kế những con tàu chạy nhanh hơn và tốt hơn. Về cơ bản, học viện của ông là một cơ sở nghiên cứu và phát triển, trong đó có một trong những thư viện tốt nhất trên thế giới.

Henry sớm có hai mục tiêu chính: xác định lộ trình hàng hải tốt nhất đến những khu vực mậu dịch chính của châu Á, và thám hiểm bờ biển phía tây châu Phi. Lục địa châu Phi lúc ấy vẫn chưa được biết đến nhiều, song có rất nhiều suy đoán cho rằng có thể tìm thấy châu báu ở đó.

Một trong những điều đầu tiên Henry làm được là phát triển và đóng một loại tàu mới, nó nhanh hơn và cơ động hơn đa số tàu thuyền trên biển. Nó được gọi là *caravel*. Và ông nhanh chóng phái những chiếc caravel đầu tiên đi thám hiểm bờ biển phía tây châu Phi. Đặc biệt, ông muốn thám hiểm càng xa về phương nam càng tốt. (Mặc dù ông phái đi nhiều đoàn thám hiểm, song bản thân ông không tham gia đoàn nào.) Nhưng có những trục trặc. Một trong số chúng là các nhà hàng hải cần Polaris (sao Bắc Cực) để định hướng, và trước sự bất ngờ và thất vọng của họ, sao Bắc Cực biến mất trên đường chân trời khi họ đi quá xa xuống phía nam. Hơn nữa, có nhiều chuyện kể về các thủy quái, các vùng nước hoang dã, sâu biển, và vân vân, ở trong vùng, cho nên các thủy thủ rất cảnh giác không dám đi quá xa.

Các nhà hàng hải có la bàn giúp dẫn đường cho họ. Dụng cụ gồm một miếng hoặc kim magnetite nằm cân bằng sao cho nó có thể quay tự do, nó vốn được người Trung Hoa phát triển từ nhiều năm về trước. Họ còn có các biểu đồ căng buồm, song chúng không chính xác, chúng cho biết rất ít thông tin về vùng đất bên kia đại dương.

Thật bất ngờ, lẽ ra Henry đã có thể thực hiện một khám phá về hàng hải trên biển cả mênh mông, song ông đã để nó tuột khỏi tay mình. Một nhà vẽ

bản đồ và nhà toán học, Toscanelli, đang nghiên cứu về các biểu đồ mới của thế giới, như lúc ấy người ta gọi thế. Sinh ra ở Florence, Toscanelli được đào tạo toán học tại Đại học Padua vào năm 1424. Niềm đam mê chính lúc đầu của ông là thiên văn học, và ông đã thực hiện vô số quan sát về các sao chổi, nhưng cuối cùng ông chuyển sang yêu thích lập bản đồ vũ trụ – nghiên cứu tổng thể Trái Đất, như nó được biết. Trái Đất tổng thể trông như thế nào? Ông vốn thông thạo bản đồ của các nhà địa lí Hi Lạp ngày xưa, và ông có kiến thức về công trình của Ptolemy và các chuyến đi của Marco Polo đến châu Á. Sử dụng các nguồn thông tin này, ông thiết lập một bản đồ biểu diễn châu Âu và châu Á; ông bị thuyết phục rằng vùng đất mênh mông của chúng bao phủ gần hai phần ba diện tích bề mặt của Trái Đất. Ông chồng một mạng lưới lên bản đồ của mình (các hình vuông có kích cỡ nhất định bao phủ toàn bộ bản đồ). Không những chúng bao phủ các khu vực đất liền, mà chúng còn bao phủ biển cả mênh mông. Hứng khởi trước những bản đồ mới của mình, ông đem chúng đến viện hải quân của Henry, đoán chắc rằng các học giả của ông ta cũng sẽ hứng khởi với chúng. Trước sự thất vọng của ông, họ biểu hiện chẳng mấy quan tâm.⁶

Không nản lòng, Toscanelli đem các bản đồ của ông sang Tây Ban Nha, ở đó chúng được chào đón nồng nhiệt. Thật vậy, đó chính là trước khi Columbus bắt đầu chuyến hải hành nổi tiếng của ông vượt đại dương năm 1492, kết quả đem lại sự khám phá châu Mỹ. Columbus đã phấn khởi trước những bản đồ mới ấy và người ta nói ông đã sử dụng chúng trong chuyến đi của mình.

HENRY VIII NƯỚC ANH

Khi đa số mọi người nghe đến cái tên Henry VIII, họ nghĩ tới những lùm xùm của ông với nhiều bà vợ. Ít người biết rằng ông đã phát triển một trong những hải quân mạnh nhất thế giới vào thời ấy. Ông đã tăng cường hải quân Anh từ tám con tàu lên bốn mươi sáu tàu chiến và mười ba tàu nhỏ khác. Và ông còn chịu trách nhiệm cho những tiến bộ quan trọng trong vật lí học chiến

tranh biển. Chắc chắn ông chẳng yêu thích khoa học, song ông quyết tâm củng cố lực lượng hải quân Anh, chủ yếu bởi vì ông cần bảo vệ mậu dịch biển của người Anh, chúng là nguồn thu màu mỡ. Vàng, bạc, đường, gia vị, và trà đã cám dỗ ông. Thế nhưng những con tàu chất đầy vàng bạc và châu báu khác là mối ngon cho bọn hải tặc. Hơn nữa, Tây Ban Nha, Bồ Đào Nha, và Pháp cũng đã dòm ngó thị trường mậu dịch sinh lợi có thể làm gì cho họ. Henry còn lo ngại sự xâm lược từ phía Pháp.⁷

Ông phải làm cho những con tàu của ông to hơn để chúng có thể chở được nhiều hơn, và đồng thời ông phải vũ trang cho chúng. Tuy nhiên, các thợ đóng tàu của ông cảnh báo ông về vấn đề cân bằng với những khẩu đại bác to lớn, nặng nề đặt trên boong. Vấn đề chính là trọng tâm, hay khối tâm của con tàu. Khối tâm về cơ bản là điểm cân bằng của con tàu; nói ngắn gọn, nó là điểm có khối lượng phân bố đồng đều theo mọi hướng xung quanh nó. Ở các vật hai chiều, khối tâm có thể được xác định dễ dàng bằng cách tìm điểm tại đó lực quay theo chiều này (chiều kim đồng hồ) đối với điểm đó bằng với lực quay theo chiều ngược lại (ngược chiều kim đồng hồ). Mặc dù khá đơn giản và tương đối dễ tìm ở vật thể hai chiều, song việc xác định nó trong ba chiều có thể thật phức tạp, và tất nhiên, con tàu là một vật thể ba chiều.

Về cơ bản, nếu một con tàu càng cân bằng trong nước, thì khối tâm của nó phải nằm càng thấp càng tốt ở trong nước. Điều này có nghĩa là phần lớn trọng lượng phải nằm dưới mức nước biển. Bố trí những khẩu súng nặng nề trong boong sẽ làm nâng cao khối tâm. Giải pháp duy nhất là bố trí các khẩu súng bên dưới boong. Song điều này làm thế nào được? Henry và các thợ đóng tàu của ông quyết định tạo ra những cái lỗ trên mạn tàu. Khi không sử dụng thì chúng phải được bọc lại bằng tấm bọc chống nước. Những cái lỗ này được gọi là cổng súng.

Tuy nhiên, bên cạnh đó còn có vấn đề giạt lùi. Nếu các khẩu súng to lớn và nặng nề, và có rất nhiều khẩu súng như thế, thì sự giạt lùi có thể dẫn tới sự mất cân bằng chung của con tàu. Henry quyết định đặt các khẩu đại bác trên các bánh xe và chừa đủ không gian phía sau chúng cho chuyển động giạt lùi.

Theo năm tháng, Henry cho đóng nhiều tàu lớn có trang bị súng, song nổi tiếng nhất là chiếc *Mary Rose*, con tàu mang tên chị gái của ông, Mary Todor. Nó được đóng từ năm 1509 đến 1511. Nó là một con tàu sáu trăm tấn, chiếc lớn thứ hai trong hải đội của ông, và nó được thiết kế để chiến đấu giáp lá cà, với mười lăm khẩu súng đồng thiếc lớn, hai mươi bốn khẩu súng sắt nhỏ hơn, và năm mươi hai súng sắt thương. Con tàu được thiết kế để giông buồm vào quân địch với những khẩu súng nhả đạn, sau đó quay sang mạn sườn và khai hỏa toàn bộ các khẩu súng mạn sườn vào quân địch, và cuối cùng lái quay vòng để con tàu có thể bắn hết toàn bộ các khẩu súng ở mạn bên kia.

Tuy nhiên, vào tháng Bảy 1545, *Mary Rose* dẫn đầu hạm đội Anh tham chiến chống lại hạm đội Pháp đang tấn công. Nhanh hơn phần còn lại của hạm đội, nên *Mary Rose* chạm trán quân Pháp với tất cả các khẩu súng phía trước đang nhả đạn, và rồi xoay sang bên để có thể sử dụng các khẩu súng mạn bên. Tuy nhiên, bất ngờ một cơn gió mạnh thổi lên con tàu lúc các cổng súng phía dưới đang mở, thành ra nước tràn vào chóng thật nhanh và con tàu chìm, mang theo xuống nước phần lớn thủy thủ đoàn. Tuy nhiên, vào năm 1545, Henry tiếp tục đóng thêm một con tàu khác, còn lớn hơn nữa, gọi là *Henry VI Đại*.

Thế nhưng dù các con tàu của ông to lớn và hùng mạnh, song vẫn còn một vấn đề: đi lại an toàn trên đại dương mênh mông.

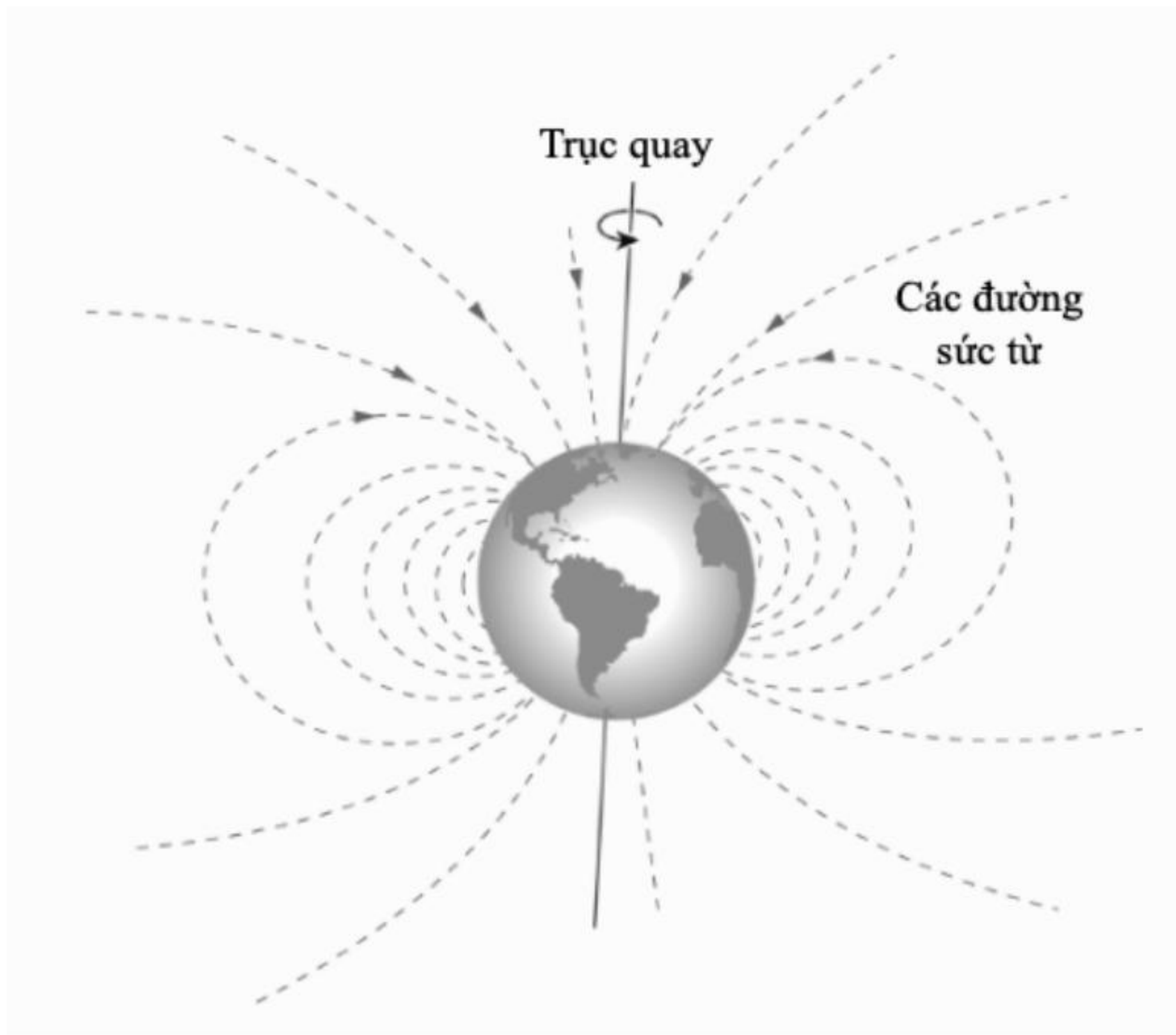
WILLIAM GILBERT

La bàn là dụng cụ dẫn đường chủ yếu của các nhà hàng hải. Thông thường, kim la bàn chỉ về hướng bắc, ngay phía sao Bắc Cực, Polaris, song ở trên biển các la bàn không đáng tin cậy. Thỉnh thoảng kim la bàn chỉ thẳng vào Polaris, nhưng đôi khi nó chỉ lệch đáng kể với Polaris, và dường như chẳng có lí do hợp lí nào giải thích cho sự lệch hướng đó. Chuyện gì không đúng? Vấn đề được nêu ra với William Gilbert, một bác sĩ lỗi lạc ở London.

Gilbert sinh năm 1544 và học tại trường St. John's College, Cambridge. Ông lấy bằng y khoa vào năm 1569 và ra trường hành nghề y ở London. Khi vấn đề la bàn được nêu ra trước ông, ông hầu như chẳng biết gì về từ học, hay vật lí học nói chung. Hơn nữa, lúc ấy người ta hiểu rất ít về lực từ hay “hiệu ứng hồ phách”, như người ta gọi thế. Một số ý tưởng về việc tìm hiểu lực từ khi ấy có thể được thu lượm từ ý tưởng phổ biến đương thời cho rằng củ tỏi ảnh hưởng đến từ trường. Gilbert chứng minh rằng nó chẳng có ảnh hưởng gì.⁸

Khi Gilbert bắt đầu công trình của ông, bao gồm cả nghiên cứu và thực nghiệm, các tính chất cơ bản của đá nam châm (quặng sắt từ tính) đã được biết tổng thể, hiệu ứng hồ phách (hồ phách nhiễm điện khi cọ xát) đã được biết, và la bàn đã được các nhà hàng hải sử dụng trong nhiều năm. Ông sớm chỉ ra rằng trường “điện” gắn liền với hồ phách không giống với trường gắn liền với lực từ. Ông làm việc này bằng cách chứng minh rằng tác dụng điện của hồ phách biến mất khi nóng lên, còn từ trường thì không. Tất nhiên, ngày nay chúng ta biết rằng từ trường thật sự biến đổi khi có nhiệt dư dội can thiệp vào.⁹

Gilbert còn phát minh ra versorium, dụng cụ gồm một kim kim loại được nâng tự do và một đá nam châm tròn. Cái kim của nó chuyển động phản ứng hoặc theo điện trường hoặc từ trường, nên nó na ná như điện nghiệm hiện nay của chúng ta trong đó hai “tấm” kim loại nhỏ đẩy nhau ra khi được cấp điện tích giống nhau. Từ những dụng cụ của ông với dụng cụ đó, Gilbert đề xuất hợp lí rằng Trái Đất là một nam châm khổng lồ. Và chính từ trường của Trái Đất ảnh hưởng đến la bàn. Đặc biệt, ông chỉ ra rằng phân cực từ của Trái Đất giống với phân cực từ của thỏi nam châm. Cho đến thời ấy, đa số người ta tin rằng sao Bắc Cực bằng cách nào đó hút lấy kim la bàn. Ông tiếp tục chỉ ra rằng tâm Trái Đất được làm bằng sắt và, tất nhiên, ngày nay chúng ta biết đúng như vậy. Một tính chất quan trọng khác của lực từ mà ông phát hiện là nếu một nam châm bị cắt làm hai nửa, thì hai nửa đó vừa có cực bắc vừa có cực nam. Nói cách khác, chúng tạo ra những nam châm mới, nhỏ hơn, hoàn toàn y hệt.



Từ trường của Trái Đất, theo góc nhìn của Gilbert.

Thời ấy, người ta cũng tin rằng các sao cư trú trên một quả cầu cố định quay xung quanh Trái Đất. Gilbert đề xuất rằng chính Trái Đất quay, chứ không phải các sao. Hơn nữa, ông không tin rằng các sao cư trú trên một quả cầu cố định. Và thật vậy, quả thật Trái Đất quay, và bây giờ người ta đã rõ vì sao các nhà hàng hải thỉnh thoảng gặp trục trặc với la bàn của họ. Như Gilbert chỉ rõ, trục từ của Trái Đất không khớp hoàn toàn với trục quay của nó. Bởi thế, có một hướng bắc đúng và một hướng bắc từ, và la bàn luôn luôn chỉ theo hướng bắc từ trong khi sao Bắc Cực chỉ xấp xỉ thẳng hàng với hướng bắc đúng. Vấn đề nghiêm trọng nhất là độ lệch, hay khoảng cách biểu kiến giữa hai cực, là khác nhau ở những điểm khác nhau trên Trái Đất. Thế nên người ta sớm hi vọng rằng các bảng số liệu cuối cùng có thể giúp các nhà hàng hải khắc phục vấn đề này. Một số người đã bắt tay vào nghiên cứu vấn đề, song các nhà hàng

hải thời xưa không bao giờ sử dụng các bảng biểu một cách hiệu quả. Tuy nhiên, chí ít thì cuối cùng họ đã biết vì sao kim la bàn lại hành xử như thế.

Gilbert tập trung toàn bộ các kết quả của ông thành một quyển sách tựa đề là *De Magnete*, ông cho xuất bản vào năm 1600. Trong nhiều năm trời, nó là một công trình chuẩn về điện học và từ học. Bởi thế, Gilbert trở nên khá nổi tiếng: ông được bầu làm chủ tịch trường Cao đẳng Y Hoàng gia, và vào năm 1601 ông trở thành bác sĩ riêng cho Nữ hoàng Elizabeth I. Nhiều thuật ngữ ngày nay sử dụng trong điện học và từ học, thật vậy, là do Gilbert đặt: dòng điện, lực điện, lực hút điện, các cực từ. Bởi vậy, thỉnh thoảng Gilbert được nhắc tới là cha đẻ của điện học và từ học.

Ngày nay chúng ta biết rằng nếu cọ xát hổ phách với lông thú nó tạo ra cái chúng ta gọi là điện tích âm; tương tự, khi cọ xát thanh thủy tinh với vải lụa thì nó tích tụ điện tích dương. Các đường sức điện được cho là hướng ra xa điện tích dương và hướng vào điện tích âm. Đồng thời, có một lực giữa hai điện tích: một lực đẩy giữa hai điện tích cùng loại và một lực hút giữa hai điện tích khác loại. Và y hệt như một điện tích được bao quanh bởi một điện trường, một nam châm được bao quanh bởi một từ trường, với các đường sức từ được cho là hướng ra khỏi cực bắc và hướng vào cực nam. Một lần nữa, các cực từ giống nhau đẩy nhau ra và các cực từ khác nhau thì hút nhau.

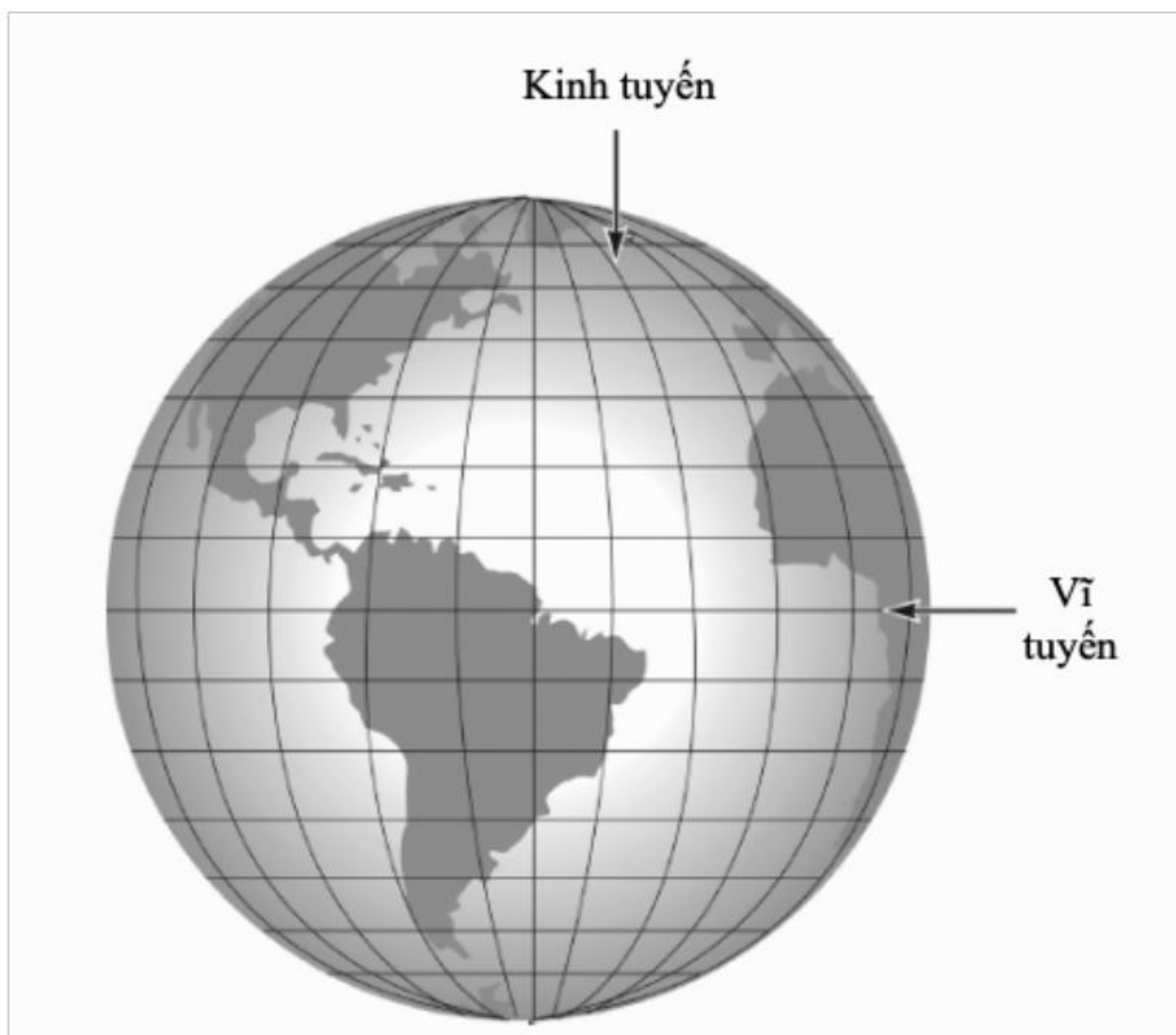
Có rất ít, hoặc chẳng có, vũ khí chiến tranh nào được nghĩ ra từ các khám phá của Gilbert trong những năm tháng ngay sau khi ông tìm ra chúng, thế nhưng ngày nay chúng ta biết rằng công trình của ông là nền tảng cho mọi hiểu biết của chúng ta về điện từ học, bao gồm các dòng điện và mạch điện, và, do đó, phần lớn các dụng cụ trong thế giới hiện đại của chúng ta đều dựa trên công trình của Gilbert. Vì thế, rốt lại các khám phá của Gilbert có đóng góp lớn cho chiến tranh.

VẤN ĐỀ KINH ĐỘ

Gilbert đã dựng nên khán đài khoa học khi chỉ ra rằng có hai hướng bắc: hướng bắc đúng và hướng bắc từ. Và trong nhiều năm, các nhà khoa học, nhà

thiên văn, và những người khác đã tìm cách xem sự khác biệt này có thể dùng để dẫn đường trên biển an toàn hơn hay không. Nhà thiên văn học người Anh Edward Halley đã dành vài chuyến hải trình để nghiên cứu biến thiên từ giữa hai hướng bắc. Ông còn phát triển các bản đồ làm nền tảng cho phương pháp mới, song các vấn đề đường như không thể khắc phục được.

Để định vị, người ta cần có kiến thức về vĩ độ lẫn kinh độ. Nhà thiên văn Eratosthenes đã đề xuất từ nhiều năm trước (năm thứ 3 tCN) rằng vị trí trên bề mặt Trái Đất có thể được xác định bởi một mạng lưới các đường vuông góc tương tự như các đường vĩ tuyến và kinh tuyến hiện nay của chúng ta. Hipparchus đưa ý tưởng ấy tiến thêm bước nữa vào năm thứ 2 tCN; thật vậy, ông thậm chí đề xuất rằng một trong hai loạt đường ấy (đường kinh tuyến) nên gắn liền với giờ.



Các đường vĩ tuyến và kinh tuyến.

Vĩ độ tương đối dễ xác định, cả trên đất liền và trên biển. Ta có thể tìm nó vào ban ngày bằng cách đo độ cao của Mặt Trời phía trên đường chân trời lúc giữa trưa và so sánh nó với một bảng lập sẵn. Vấn đề là kinh độ; nó tương đối dễ đo trên đất liền, song thật khó xác định nó ở trên biển, chủ yếu vì liên quan đến thời gian. Vào thời kì này, các đồng hồ phụ thuộc vào con lắc, nó hoạt động tốt trên đất liền, song các con lắc rất kém tin cậy khi chạy trên boong tàu rung lắc.¹⁰

Do vấn đề này, các thuyền trưởng thường bỏ qua kinh độ và căng buồm theo vĩ độ của đích đến của họ, rồi lần theo phần còn lại của hành trình đến đích đến của họ. Nhưng cách này tốn thời gian vì nó không phải lộ trình ngắn nhất, và nó có thể nguy hiểm. Nhiều vụ đắm tàu là do nguyên nhân này. Vấn đề trở nên nghiêm trọng đến mức ở Anh người ta đã treo giải thưởng trị giá hàng triệu đô la tính theo mệnh giá ngày nay cho ai tìm ra được giải pháp. Đó là một giải thưởng khích lệ lớn. Các nước khác, bao gồm Pháp, Tây Ban Nha, và Hà Lan, cũng sớm treo những giải thưởng tương tự.

Lúc bấy giờ người ta biết rằng Trái Đất quay ba trăm sáu mươi độ xung quanh trục riêng của nó trong một ngày, hay mười lăm độ mỗi giờ. Tại xích đạo, chuyển động này tương ứng với sáu mươi dặm trong mỗi bốn phút, và do vậy, cứ mỗi sáu mươi dặm về phía tây thì lúc giữa trưa xảy ra muộn hơn bốn phút. Điều này cho các nhà hàng hải biết rằng họ có thể xác định khoảng cách của họ đến hải cảng quê nhà nếu họ biết thời gian chính xác tại quê nhà và thời gian chính xác ở trên tàu để họ có thể so sánh hai thời gian đó. Bảng vĩ độ và kinh độ sẽ phải dùng kết hợp với phương pháp này, và chúng đã được lập sẵn. Tuy nhiên, việc xác định thật chính xác độ chênh lệch giữa hai đồng hồ chẳng dễ dàng gì vì đồng hồ trên tàu không chính xác lắm. Cần có một phương pháp tốt hơn để đo giờ trên tàu biển và đồng thời đo thời gian đến một điểm tham chiếu ở xa trong khi ở trên tàu.

Cuối cùng các nhà hàng hải chuyển hướng sang các nhà thiên văn. Hiểu theo một nghĩa nào đó, Mặt Trăng và các sao là những đồng hồ rất chính xác – đặc biệt là Mặt Trăng khi nó đi qua các sao. Chuyển động của nó đã được theo

dõi rất chính xác trong nhiều năm, và thời điểm nó che khuất các sao đã được biết rõ. Do giải thưởng treo cao, các đài thiên văn được xây dựng ở Anh lẫn Pháp. Đài thiên văn Hoàng gia Anh đặt tại Greenwich, và đài thiên văn Pháp đặt tại Paris, và chẳng mấy chốc thì phát sinh một vấn đề nghiêm trọng. Mỗi đài thiên văn sử dụng kinh tuyến zero (kinh tuyến gốc) riêng của họ.

Chuyển động biểu kiến của Mặt Trăng qua nền sao trông như một đồng hồ tuyệt vời. Mặt Trăng di chuyển 360° trên bầu trời ước chừng trong mỗi 27,3 ngày mặt trời, hay 13 độ mỗi ngày. Halley đề xuất sử dụng một kính thiên văn quan sát thời điểm Mặt Trăng che khuất các sao trong chuyển động biểu kiến của nó. Ông còn soạn các bảng số liệu công phu, song phương pháp không vận hành tốt lắm vì có một vài sao sáng ở trên đường đi của Mặt Trăng.

Các nhà thiên văn khác thử tìm những phương pháp khác. Thậm chí Galileo từng đề xuất rằng có thể sử dụng chu kì quỹ đạo của bốn vệ tinh sáng của Mộc tinh làm đồng hồ. Nhưng chúng thật khó nhận ra đối với một nhà quan sát ở trên biển, nhất là khi mặt biển nhấp nhô bên dưới nhà quan sát.

Cuối cùng, giải pháp tốt nhất là một đồng hồ chính xác cho con tàu, và nó xuất hiện khi thợ đồng hồ người Anh, John Harrison, nhận thấy không thể dùng các con lắc làm đồng hồ trên biển. Ông nghĩ ra một đồng hồ dây cót, và nó hoạt động tuyệt vời.

CUỘC CHIẾN BA MƯƠI NĂM

Khi đại bác và súng cầm tay được cải tiến, chúng trở nên sát thương hơn, và do đó mọi thứ sớm bắt đầu thay đổi. Nói chung, các trận đánh trở nên ít cận chiến hơn, với một nhóm bắn vào nhóm kia từ xa. Các tay súng không hề nhìn rõ người mà họ giết. Tuy nhiên, đồng thời, chiến tranh trở nên hủy diệt và tàn khốc hơn. Quân đội tràn qua các làng mạc đập phá, phóng hỏa, cướp bóc, và hiếp dâm, và đôi khi họ còn xóa sổ hoàn toàn các làng mạc.¹¹

Lúc này, súng trường khá chính xác ở cự li vài trăm yard, và việc bắn phá bằng đại bác trở nên tàn khốc. Có ít sự bảo vệ trước hai vũ khí này. Một

trong những cuộc chiến tranh khốc liệt nhất là Cuộc chiến Ba Mươi Năm, kéo dài từ năm 1618 đến 1648. Nó thật sự đã quét sạch một tỉ lệ lớn nam dân cư ở vài nước, và nó là một trong những cuộc chiến liên tục kéo dài nhất trong lịch sử thế giới. Nó bắt đầu là một cuộc chiến tranh tôn giáo, chủ yếu giữa phe Tin lành của Pháp, Thụy Điển, và Hà Lan với Giáo hội của Đế quốc La Mã Thần thánh. Lúc ấy, Đế quốc La Mã Thần thánh được lập thành từ các quốc gia độc lập, bao gồm Tây Ban Nha, Áo, và Bavaria. Tuy nhiên, khi thời gian trôi qua, tôn giáo bắt đầu giữ vai trò ngày càng ít đi, và cuộc chiến đã phát triển thành một xung đột rộng lớn hơn trên nền tảng chính trị.¹²

Nhiều trận đánh chính của Cuộc chiến Ba Mươi Năm diễn ra ở nơi ngày nay gọi là nước Đức. Khởi phải nói, các phát triển về vật lí học và mọi ngành khoa học đều giậm chân tại chỗ trong những năm tháng này. Vào cuối cuộc chiến, phần lớn các nước tham chiến không những đều nợ nần, mà còn kiệt quệ. Tuy nhiên, vật lí thật sự giữ một vai trò nhất định ở sự đóng góp của nó cho các vũ khí và chiến thuật được sử dụng.

Cuộc chiến bắt đầu vào năm 1617 khi hoàng tử Áo, Ferdinand II, được chọn lên ngôi vua Bohemia. Ferdinand theo Công giáo, nên trong vòng một năm sau khi lên ngôi, ông bắt đầu đóng cửa các nhà thờ Tin lành. Người theo Tin lành nổi dậy, như kì vọng, và khi Ferdinand gửi hai thuyết khách Công giáo đến Lâu đài Hradčany ở Prague làm người điều hành chính quyền mới của ông, người theo đạo Tin lành đã tóm lấy họ và ném họ ra ngoài qua một cửa kính cao bảy mươi foot so với mặt đất. Thần kì làm sao, họ sống sót, và thế là cuộc chiến nổ ra.

Vua Công giáo Tây Ban Nha và quốc vương Bavaria đứng về phe Ferdinand. Một số ông hoàng Đức ủng hộ phe Tin lành. Từ năm 1618 đến 1625, phe Tin lành chịu hết thất bại này đến thất bại khác. Những nhân vật chủ chốt ở phe Công giáo là dòng tộc Habsburg, một dòng dõi hoàng gia trị vì Đế quốc La Mã Thần thánh, cùng với Áo, Bohemia, và Tây Ban Nha. Nhiều nước khác trong vùng e sợ nhà Habsburg, và người Pháp, người Anh, và người Hà Lan lập thành liên minh chống lại họ. Họ hậu thuẫn cho Christian IV của

Dan Mạch và khuyến khích ông ta xâm lược nước Đức để ủng hộ phe Tin lành. Chống lại quân đội Christian là một đội quân Habsburg dưới trướng Albert xứ Wallenstein, và quân Christian thua thảm hại. Sau đó đến lượt Thụy Điển can thiệp.

THỤY ĐIỂN CAN THIỆP

Đế quốc La Mã Thần thánh và các đồng minh Công giáo của họ sớm gặp bất ngờ. Nhà vua trẻ của Thụy Điển, Gustav Adolphus, bắt đầu lo ngại rằng cuộc chiến đang áp tới quá gần Thụy Điển; ông e sợ một động thái chống lại Thụy Điển và quyết định hành động trước khi nó xảy ra. Adolphus đã lên làm vua Thụy Điển vào năm 1611 lúc mười bảy tuổi. Ông còn trẻ, song ông đã được vua cha chuẩn bị kỹ lưỡng, và ông là một nhà lãnh đạo thiên bẩm. Theo năm tháng, ông đã tự mình học lấy những kỹ thuật mới nhất về pháo binh, chiến lược quân sự, hậu cần, và cách tổ chức. Hơn nữa, ông còn có kinh nghiệm thực địa cầm quân tham chiến; ở tuổi ba mươi một ông đã cầm quân Thụy Điển đánh lại Ba Lan, và giành thắng lợi.

Quân lính của ông thuộc vào loại tốt nhất trên thế giới. Ông huấn luyện họ thường xuyên, và ông là một người kỷ luật chặt chẽ. Ông muốn sự hoàn hảo, hay gần như thế; đặc biệt, ông muốn hỏa lực tối đa từ quân lính của mình vào mọi lúc. Trong nỗ lực nhằm đạt tới mục tiêu này, ông đã giảm trọng lượng của súng trường để chúng dễ mang bên người hơn, và ông cho ra đời vỏ đạn giấy và bình đựng bột thuốc súng đã đóng lờng trước. Việc nạp đạn phải làm càng nhanh càng tốt. Quân đội của ông có thể khai hỏa với độ chuẩn xác cao ở tốc độ nhanh hơn ba lần so với phần lớn kẻ thù của ông. Ngoài ra, ông còn thực hiện những thay đổi chiến lược quan trọng. Lính của ông phục kích kẻ thù từ phía trước và hai bên, nả đạn khi chúng đi qua. Sau đó họ nhanh chóng rút lui và nạp đạn cho một đợt công kích mới. Ông chú trọng tấn công hơn phòng thủ, và tính lưu động cũng được nhấn mạnh. Và cuối cùng, không giống đa số các quân đội, lính của ông được huấn luyện chéo. Bộ binh và pháo binh có thể dễ

dàng đổi chỗ, và mỗi người đều được dạy cưỡi ngựa, thành ra kỵ binh cũng có thể dễ dàng thay người. Thật vậy, ông thực hiện nhiều tiến bộ đến mức ông thường được gọi là cha đẻ của chiến tranh hiện đại.¹³

Vì thế khi ông tấn công miền bắc nước Đức vào năm 1630, ông đã chuẩn bị chu đáo, và ông dễ dàng chinh phục quân Công giáo chống đối. Không giống đa số các quân đội hay cưỡng đoạt và cướp bóc những đất nước mà họ chiếm đóng, Gustav không cho phép lính của ông cưỡng đoạt và cướp bóc. Tiếp tục tiến về phía trước, Adolphus gặp quân của Bá tước Tilly vào năm 1631, và ông nhanh chóng chiến thắng. Sau đó ông tiếp tục băng qua nước Đức đến sông Rhine, nơi ông cho quân dừng chân để chuẩn bị xâm lược Đế quốc La Mã Thần thánh. Vào năm sau ông lại xâm lược Bavaria, nhanh chóng khuất phục quân Công giáo chống đối.

Vào năm 1632, ông có trong tay một đội quân liên minh gồm khoảng hai mươi nghìn người. Tướng Wallenstein, người ông từng đánh trước đó, thống lĩnh một đội quân Công giáo có số quân gần như ngang bằng về số lượng. Họ tiến về phía nhau tại Lützen, Đức. Adolphus và lính của ông hạ trại và chuẩn bị tấn công vào lúc rạng sáng, nhưng khi họ tỉnh giấc, toàn bộ khu vực bị bao phủ trong một màn sương dày. Sự chậm trễ đó giúp Wallenstein bố trí kỵ binh của ông ta vào vị trí, và nó gây ra một vài khó khăn cho Adolphus. Sương mù không tan, và cuối cùng Adolphus quyết định cho tấn công dưới màn sương phủ. Nhưng khi ông tấn công, sự hỗn loạn bao trùm; thật khó phân biệt đâu là quân địch, Gustav và một toán nhỏ lính kỵ sớm mất tiếp xúc với nhánh chính kỵ binh của họ. Sự hỗn loạn sau đó dẫn tới sự tàn sát khủng khiếp ở cả hai phe, và trong cơn hỗn loạn đó, Adolphus bị trúng đạn. Ngựa của ông hoảng loạn và bắt đầu chạy hoang dại xuyên màn sương cho đến cuối cùng Adolphus rơi xuống đất. Khi ông nằm trên đất, một vài tên lính địch, có lẽ chẳng biết ông là ai, lại bắn ông lần nữa. Cuối cùng phe Thụy Điển thắng, nhưng người lãnh đạo của họ giờ đã chết, và đây là một đòn đau đối với họ.

Thật thú vị, Wallenstein không chết trận, nhưng ông bị ám sát chết không lâu sau đó. Và cuộc chiến nói chung vẫn chưa kết thúc. Nó tiếp tục thêm

mười sáu năm nữa, đi đến kết thúc vào năm 1648. Adolphus đã ngã xuống như một người hùng ở Thụy Điển, và ông được tôn kính kể từ đó. Ngày nay, ông được gọi là Adolphus Vĩ Đại.

MỘT KỈ NGUYÊN MỚI CỦA KHÁM PHÁ: ISAAC NEWTON

Trong Cuộc chiến Ba Mươi Năm chỉ có vài ba tiến bộ vật lí học diễn ra ở châu Âu, và nước Anh vẫn non yếu, nên ít có gì xảy ra ở đó. Thế nhưng chẳng bao lâu sau thì một trong những thời kì vĩ đại nhất của năng suất khoa học đã xảy đến, và một con người, Isaac Newton, là người chịu trách nhiệm chính cho nó. Newton hầu như chẳng hứng thú gì với quân sự, và ông không nghiên cứu trực tiếp bất kì dự án quân sự nào, nhưng các khám phá của ông có tác động rất lớn đối với vũ khí và chiến tranh, và do bởi những uyên bác của Newton, lần đầu tiên loài người đã có được một hiểu biết cơ bản về cơ sở vật lí của chúng.

Newton sinh ra vào tháng Giêng 1643 tại Woolsthorpe Manor ở nước Anh – cùng năm Galileo qua đời. Bố ông là một nông dân tương đối giỏi giang, song ông đã mất trước khi Newton chào đời. Không bao lâu sau khi sinh ra ông, mẹ của ông tái giá và để ông lại cho ông bà nội. Sau đó, ông theo học trường nội trú ở Grantham, và từ năm mười hai đến mười bảy tuổi ông học trường Kings School ở Grantham. Khi ông tốt nghiệp, mẹ ông muốn ông trở thành một nông dân, song không ổn. Ông chẳng quan tâm gì đến việc làm nông, và cuối cùng hiệu trưởng tại trường Kings School đã thuyết phục bà mẹ cho ông học trường Đại học Cambridge.¹⁴



Isaac Newton

Vào tháng Sáu 1661, ông vào trường Trinity College ở Cambridge để học toán, vật lí, thiên văn học, và quang học. Người ta chẳng biết gì nhiều về những năm tháng của ông tại Cambridge, song năng lực xuất sắc của ông đã thu hút sự chú ý của một trong các thầy dạy của ông, Isaac Barrow. Vào năm 1665, nạn dịch hạch xảy ra; Newton phải trở lại quê nhà. Năm tháng ông ở lại quê nhà ngày nay được xem là một trong những năm tháng quan trọng nhất trong lịch sử vật lí học. Chính trong năm đó (theo truyền thuyết) ông đã nhìn thấy một quả táo từ trên cây rơi xuống trong khu vườn nhà ông và bắt đầu cật vấn vì sao nó rơi. Sự kiện ấy sớm đưa đến “định luật hấp dẫn” nổi tiếng của ông – một trong những đột phá quan trọng nhất trong vật lí học. Cũng trong năm ấy, người ta kể rằng ông còn phát minh ra giải tích, nhưng lạ thay, ông giữ nó bí mật trong nhiều năm trời. Và trong khi ấy một dạng thức hơi khác của giải tích được khám phá bởi Leibniz ở Đức, và, do đó, về sau đã có sự tranh cãi kịch liệt xem ai là người thật sự phát minh ra giải tích.

Không bao lâu sau khi trở lại Cambridge, ông được bổ nhiệm làm giáo sư toán học, một chức danh ông vẫn giữ trong phần còn lại của đời mình. Và trong những năm đầu của ông, ông tiếp tục có những khám phá cơ bản, đặc biệt trong lĩnh vực ánh sáng và quang học, đồng thời liên quan đến cả chuyển động và động lực học. Ông trình bày một số khám phá của ông trước các nhà bác học tại Cambridge và thật bất ngờ vì ông bị phê bình khá nặng nề – và Newton không phải là người chịu nổi sự phê bình. Ông tiếp tục các thí nghiệm của mình, và ông tiếp tục làm những khám phá quan trọng, song ông ghi chép và giữ chúng cho riêng ông trong nhiều năm trời. Thật vậy, nếu không có nhà thiên văn Edmond Halley thì có lẽ ông đã mang chúng cùng ông xuống mộ.

Vào năm 1687, Halley và một người bạn, nhà vật lý Robert Hooke, đang tranh luận về hình thức toán học của định luật hấp dẫn; họ đã có các ý tưởng về nó, song họ không chắc chắn. Halley biết Newton, và ông cam chắc Newton có thể phân xử cuộc tranh luận, vì thế ông đi tới chỗ Newton. Và vừa vặn thay, Newton đã có câu trả lời. Ông bảo Halley rằng ông đã chứng minh về mặt toán học rằng nó là một định luật nghịch đảo bình phương, và ông nói sẽ đưa cho họ xem. Ông tìm lại phép tính mà ông đã làm, song ông không tìm ra, nên ông hứa sẽ gửi cho Halley sau. Halley nhận được nó vài ngày sau và ông đã sửng sốt. Ông quay lại gặp Newton để bàn thêm về các kết quả và ông sửng sốt hơn nữa khi biết Newton không những khám phá định luật hấp dẫn, mà còn có vô số khám phá khác chưa từng được công bố. Câu chuyện này cuối cùng đưa đến một trong những quyển sách quan trọng nhất từng được xuất bản trong ngành vật lý, gọi là *Các Nguyên lý Toán học của Triết học Tự nhiên*, hay, như nó thường được gọi tắt, *Principia*.

Chứa đựng trong quyển *Principia* là ba định luật cơ bản về chuyển động, ngày nay gọi là các định luật Newton. Định luật thứ nhất nói rằng một vật sẽ tiếp tục ở trạng thái đứng yên hoặc chuyển động thẳng, trừ khi có lực tác dụng lên nó. Vào thời ấy, phát biểu này có vẻ như bất chấp lẽ thường. Chẳng có vẻ gì để các vật đang chuyển động thẳng đều tiếp tục chuyển động của chúng mãi mãi hết. Thế nhưng trừ khi có một lực tác dụng lên chúng làm thay đổi chuyển

động của chúng, bằng không chúng cứ chuyển động thẳng đều. Định luật thứ hai của Newton nói về lực này. Nó nói rằng gia tốc tạo ra bởi một lực tác dụng lên một vật tỉ lệ thuận với độ lớn của lực, và tỉ lệ nghịch với khối lượng của vật đó. Đây là một ngôn ngữ hoàn toàn xa lạ đối với đa số mọi người lúc bấy giờ, nhưng nó sớm đem lại nhiều ý nghĩa, và nó cho chúng ta biết điều gì sẽ xảy ra với một vật đang chuyển động thẳng đều nếu có một lực tác dụng lên nó. Ta có thể rút gọn định luật thứ hai thành công thức $a = F/m$, trong đó a là gia tốc thu được từ lực (F) tác dụng lên một khối lượng (m).

Định luật thứ ba của Newton đưa ra một khái niệm mới gọi là động lượng; nó được định nghĩa bằng khối lượng nhân với vận tốc ($m \times v$). Và định luật thứ ba nói rằng tổng động lượng của một hệ vật cô lập giữ nguyên không đổi. Nói ngắn gọn, điều này có nghĩa là tổng động lượng trước một tương tác (ví dụ, một vụ va quệt xe) sẽ luôn luôn bằng với tổng động lượng sau tương tác đó, giả sử không có tác động từ bên ngoài nào.

Dễ thấy rằng mỗi một trong ba định luật này có tác động rất lớn đối với chiến tranh; chúng cho phép hiểu rõ hơn những thứ đại loại như sự giật lùi của khẩu súng, tác động của viên đạn, và vân vân. Song vẫn còn đó câu hỏi quan trọng là làm thế nào và tại sao mỗi viên đạn hay đạn pháo đều rơi trở lại đất. Galileo đã làm sáng tỏ phần nào vấn đề, song nói chung, đó vẫn là một bí ẩn. Newton giải quyết bí ẩn này với định luật hấp dẫn của ông. Nội dung của nó như sau: mỗi hạt trong vũ trụ hút lấy mỗi hạt vật chất khác bằng một lực tỉ lệ thuận với tích hai khối lượng của chúng và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng. Ở hình thức toán học, nội dung này là $F = m_1 m_2 / r^2$, trong đó F là lực, m_1 và m_2 là các khối lượng, và r là khoảng cách giữa chúng.

Tất nhiên, Newton chẳng nghĩ phương trình này bằng cách nào đó có can hệ với vũ khí chiến tranh, song ông hưng phấn áp dụng nó cho mặt trăng để dự báo chính xác chu kì của nó xung quanh Trái Đất. Khi ông làm tính, nó gần với cái đã được quan sát, nhưng không chính xác, và lí do bởi vì khoảng cách đến mặt trăng lúc ấy chưa được biết chính xác, và gia tốc trọng trường cũng vậy.

Tự các định luật này đã biến Newton thành một trong những nhà khoa học vĩ đại nhất của mọi thời đại, nhưng chúng không phải những tiến bộ duy nhất mà ông làm nên. Ông còn làm những khám phá cơ bản liên quan đến ánh sáng và quang học. Về ánh sáng, chẳng hạn, ông chứng minh rằng ánh sáng trắng bao gồm ánh sáng thuộc đủ mọi màu sắc, và một chùm ánh sáng trắng có thể bị tán sắc bởi một lăng kính thành một chùm đủ mọi màu sắc. Ông còn khám phá các định luật phản xạ và khúc xạ. Và ông đã phát minh ra kính thiên văn phản xạ đầu tiên (đa số các kính thiên văn lớn ngày nay sử dụng gương phản xạ). Toàn bộ những khám phá của ông về ánh sáng và quang học được nêu chi tiết trong quyển *Opticks* của ông, nó được xuất bản vào năm 1730.

Ngoài ra, Newton còn có những đóng góp quan trọng cho việc tìm hiểu âm thanh, nhiệt, thủy triều, và động lực học chất lưu, và ông còn làm một số khám phá quan trọng trong toán học, ngoài giải tích ra. Song có lẽ quan trọng nhất, ông là người đầu tiên thiết lập và sử dụng phương pháp khoa học hay phương pháp thực nghiệm. Đặc biệt, ông công bố bốn quy tắc lập luận khoa học. Và mặc dù Galileo đã sử dụng phương pháp thực nghiệm nhiều năm trước đó, nhưng chính Newton là người hoàn thiện nó. Ông còn nhấn mạnh vai trò mà lý thuyết và thực nghiệm phối hợp với nhau.

Những khám phá của ông ảnh hưởng gì đến chiến tranh? Một số chúng là ảnh hưởng trực tiếp, nhưng, nói chung, các định luật của ông về chuyển động và lực hấp dẫn có ảnh hưởng gián tiếp ở chỗ chúng cho phép các tay súng và nhà chế tạo vũ khí hiểu được cái đang diễn ra khi một khẩu súng khai hỏa, và làm thế nào viên đạn hay đạn pháo rơi trở lại đất. Mặt khác, các thí nghiệm quang học của ông sớm làm cho một trong những dụng cụ thiết yếu nhất của chiến tranh thành thực tiễn, đó là ống nhòm. Và chắc chắn, phát minh của ông về giải tích giữ một vai trò rất lớn.

CHƯƠNG 8

TÁC ĐỘNG CỦA CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP

GIỚI THIỆU

Cách mạng Công nghiệp ở nước Anh nổ ra vào năm 1762 và kéo dài đến năm 1840. Đó là một trong những thời kì quan trọng nhất trong lịch sử loài người – chủ yếu bởi vì sức ảnh hưởng nổi bật của nó đối với cuộc sống thường nhật của người dân bình thường. Đặc biệt, tiêu chuẩn sống được nâng lên, song vẫn còn đó những vấn đề chính cần giải quyết.

Thời kì này quan trọng đối với quân sự. Nó làm thay đổi cách quân đội được trang bị và cách họ chiến đấu, và nó cho ra đời sự sản xuất hàng loạt, đó là cái mới trong thế giới khai hóa. Súng ống, đạn dược, và các vũ khí chiến tranh khác bây giờ có thể được sản xuất dễ dàng bởi hàng nghìn con người. Và đặc biệt quan trọng là việc sản xuất vũ khí đã được tiêu chuẩn hóa để các bộ phận có thể hoán đổi lẫn nhau và có thể dễ dàng thay thế.

Vật lí học, và khoa học nói chung, có vai trò gì trong cuộc cách mạng này? Như rồi sẽ rõ, có một số tranh luận ở đây. Chẳng nghi ngờ gì chuyện các phát triển đã thúc đẩy niềm đam mê vật lí; và hệ quả là các nhánh vật lí mới thật sự đã ra đời. Thế nhưng các đột phá trước đó của Newton, và các đột phá xảy ra trong Cách mạng Công nghiệp, có liên hệ bao nhiêu với vật lí học? Vấn đề ở đây là định nghĩa về “khoa học”, và nhất là “vật lí học”. Nhiều người cãi rằng “vật lí học thuần túy” ít có đóng góp. Và thật vậy, quả thật những đóng góp chính đều đến từ vật lí ứng dụng và công nghệ, vì đa số các tiến bộ thật ra là tiến bộ kĩ thuật.

Tuy nhiên, đã có những biến chuyển rất lớn trong xã hội – chủ yếu về hàng hóa, mặc dù đối với tầng lớp dưới, khói bụi từ các lò luyện mới (dùng

than làm nhiên liệu) là cái mới mẻ và không lành mạnh. Và chẳng ai nghi ngờ Cách mạng Công nghiệp có tác động to lớn đối với chiến tranh và chiến trận.

CÁCH MẠNG PHÁP

Nhìn chung, Cách mạng Công nghiệp chủ yếu diễn ra ở Anh, ít nhất là trong những năm đầu, song nhìn ngược lịch sử ta dễ dàng thấy rằng nguồn gốc của nó là ở Pháp. Tuy nhiên, nó đã không xảy ra trọn vẹn ở Pháp cho đến khi nó vận động tốt ở Anh.

Nguyên nhân của Cách mạng Công nghiệp có thể truy nguyên đến Louis XIV của Pháp, người đã trị vì từ năm 1643 đến 1715. Ông có thời gian trị vì lâu nhất so với bất kì nhà vua Pháp nào – bảy mươi tư năm. Ông lên ngôi lúc mới lên bốn, song Hoàng Thái hậu và phụ tá của bà đã nhiếp chính cho đến năm ông lên hai mươi mốt. Khi ông lên nắm quyền, hải quân Anh đã thống lĩnh biển cả, và quân đội Pháp không địch nổi quân Anh được huấn luyện tốt. Louis cảm thấy sức mạnh trong tay ông là do Chúa ban cho và rằng ông chẳng chịu trách nhiệm với ai ngoại trừ Chúa, thế nên ông quyết tâm biến nước Pháp thành quốc gia hùng mạnh nhất ở châu Âu, và để làm thế ông sẽ phải xây dựng quân đội và hải quân. Hơn nữa, nếu đây là quân đội hàng đầu, thì chúng sẽ phải có vũ khí, chiến lược, và chiến thuật hàng đầu. Và ông quyết tâm làm cho bằng được. Dẫu vậy, lạ thay, ông chẳng hề hứng thú trong việc “chỉ huy” quân đội của ông tham chiến như Adolphus của Thụy Điển từng làm, và ông có quan tâm một chút đến những phát triển mới về công nghệ, hay khoa học nói chung. Niềm đam mê chính của ông là khiêu vũ và tiệc tùng tại nhiều tòa lâu đài của ông (ông cho xây dựng tòa lâu đài hết sức nguy nga tại Versailles). May thay, ông có một vị bộ trưởng tài chính rất cừ tên là John Baptiste Colbert, và ông giao cho Colbert nhiệm vụ nâng cấp quân đội và hải quân. Và thật vậy, Colbert đã thi hành nhiệm vụ tuyệt vời; trong vòng mấy năm nước Pháp đã có một trong những lực lượng hải quân hùng mạnh nhất và có quân đội được trang bị tốt nhất ở châu Âu. Hải quân của ông đã phát triển từ 18 con tàu cũ kĩ lên đến

190 con tàu được trang bị mọi dụng cụ hiện đại được biết, và quân đội của ông đã tăng từ vài nghìn binh lính được huấn luyện tề tã lên đến 400.000 tinh binh, được trang bị đại bác và súng trường tốt nhất thời ấy.¹

Với tất cả sẵn có trong tay, Louis quyết định mở rộng đường biên giới của Pháp – thực chất, ông muốn xâm lược châu Âu và thông qua đó đánh bại nước Anh. Ông xem chiến tranh như một “sự kiện thể thao”, với chính ông là thủ lĩnh. Ông bắt đầu bằng việc tấn công nước Bỉ và Hà Lan với quân đội lớn mạnh của mình. Ông dễ dàng đả bại họ, song chẳng mấy chốc các nước khác xem ông là một kẻ xâm lược ngông cuồng và bắt đầu hình thành các liên minh chống lại ông, và, do đó, các tổn thất của ông bắt đầu chất chồng. Một trong những tổn thất chính của ông là Chiến tranh Liên tiếp Tây Ban Nha, bắt đầu vào năm 1701 và tiếp diễn cho đến 1714; vào lúc cuộc chiến kết thúc, nước Pháp gần như phá sản. Thật vậy, xuyên suốt phần lớn thời gian Louis trị vì ông tham chiến suốt, và vào lúc ông qua đời năm 1715, ông vô cùng bị căm ghét.²

Mặc dù không thành công trong các tham vọng bành trướng của mình, song ông đã có đóng góp quan trọng cho sự khởi đầu của Cách mạng Công nghiệp. Mọi chuyện bắt đầu với thuốc súng. Ông muốn thuốc súng được sản xuất nhanh và hiệu quả, và các phương pháp đang khai thác lúc ấy là quá chậm, vì thế ông ra lệnh cho các bộ trưởng xây dựng một nhà xưởng khổng lồ ở Paris để sản xuất thuốc súng. Trong xưởng, ông cho bố trí cái có lẽ là “dây chuyền lắp ráp” đầu tiên cho sản xuất hàng loạt. Quá trình sản xuất trải qua vài bước, với các nhóm người tham gia trong mỗi bước, trong đó mỗi nhóm thực hiện duy nhất một công việc trước khi cho sản phẩm đi tiếp sang nhóm tiếp theo. Đó là một phương thức mới, và nó hoạt động tuyệt vời. Chẳng mấy chốc ông đã có các nhà kho chất đầy thuốc súng.

Từ đây ông chuyển sang sản xuất súng – cả đại bác lẫn súng trường – và ông cho thiết lập một dây chuyền lắp ráp cho chúng. Ông cho sản xuất hàng loạt quân phục trong một dây chuyền lắp ráp khác. Từ đây lẽ ra cuộc cách mạng mới có thể lan tỏa và làm cho nước Pháp trở thành quốc gia công nghiệp hùng mạnh nhất trên Trái Đất – song không phải thế. Vào cuối thời kì trị vì của

Louis, nước Pháp gần như kiệt quệ. Do đó, phần quan trọng của Cách mạng Công nghiệp diễn ra ở nước Anh.

CÁCH MẠNG ANH

Cách mạng ở nước Anh, bắt đầu vào khoảng năm 1760, được khơi nguồn chủ yếu bởi ba tiến bộ chính: động cơ hơi nước của James Watt, các kỹ thuật mới của John Wilkinson để sản xuất sắt, và các kỹ thuật mới trong công nghiệp dệt. Một vài phát triển trong công nghiệp hóa chất, cùng với sự phát triển của những công cụ máy móc mới, cũng có vai trò hữu ích.³

Với sự ra đời của động cơ hơi nước, hiệu suất tăng lên rất nhiều. Nhưng trong giai đoạn đầu của cách mạng, ngành công nghiệp vẫn hoạt động dựa trên sức nước, sức gió, và sức ngựa để vận hành những động cơ nhỏ.

Động cơ hơi nước thành công đầu tiên xuất hiện vào năm 1712. Nó được phát minh bởi Thomas Newcomen, dựa trên các thí nghiệm đã được tiến hành hồi ba mươi năm trước đó bởi Christiaan Huygens và trợ lý của ông, Papin. Nó gồm một piston và một xilanh, với đầu xilanh phía trên piston để hở với khí quyển. Hơi nước được đưa vào vùng bên dưới piston. Hơi nước này được ngưng tụ bởi một luồng nước lạnh, tạo ra chân không một phần. Sự chênh lệch áp suất giữa chân không và áp suất khí quyển phía bên kia piston làm cho piston di chuyển xuống dưới trong xilanh. Nó được gắn với một thanh truyền chạy lòng vòng, và thanh truyền này được gắn với một máy bơm nước.

Động cơ hơi nước của Newcomen được sử dụng ở Anh trong nhiều năm để hút nước trong hầm mỏ. Nhưng chính các cải tiến cho thiết kế máy hơi nước do James Watt thực hiện mới đem lại bước đột phá chính cho Cách mạng Công nghiệp. Những cái khác cũng giữ vai trò quan trọng trong cách mạng là sự phát triển các công cụ máy móc mới, ví dụ như máy tiện và các kiểu máy bào và dập khuôn. Các máy khoan trụ cũng quan trọng đối với chiến tranh, vì chúng được dùng để khoan đại bác. Tuy nhiên, phần nhiều tiến bộ này là do sự

chuyển đổi từ dùng gỗ, than củi sang dùng than đá trong các lò luyện lớn khi ấy.

Sự phát triển của những hóa chất mới, như acid sulfuric, sodium carbonate, các kim loại kiềm, và vôi vữa, cũng quan trọng. Xi măng portland cũng được dùng đầu tiên trong Cách mạng Công nghiệp.

JAMES WATT VÀ ĐỘNG CƠ HƠI NƯỚC

Bước đột phá chính gây ra Cách mạng Công nghiệp là việc James Watt phát minh ra động cơ hơi nước. Ban đầu nó chỉ là một cải tiến trên mô hình của Newcomen, song về sau nó tỏ ra hơn hẳn như thế nhiều. Sinh ra trong một gia đình thợ việc ở Greenock, Scotland, vào năm 1736, lúc còn nhỏ Watt không được đi học. Ông được mẹ dạy ở nhà, nhưng về sau ông có vào học trường phổ thông Greenock. Từ khi còn bé, các kĩ năng của ông về toán học đã bộc lộ, song ông còn thích chế tạo các thứ nữa. Khi lên mười tám, ông đến London học chế tạo thiết bị. Về sau, ông mở một cửa hàng ở Glasgow với vai trò nhà chế tạo thiết bị; đặc biệt, ông chuyên về các loại cân và các bộ phận dành cho kính thiên văn, khí áp kế, và các dụng cụ đa dạng thời ấy. Các kĩ năng của ông thu hút sự chú ý của khoa vật lí và thiên văn học tại Đại học Glasgow, và ông được mời mở một xưởng nhỏ tại trường đại học để ông có thể giúp theo dõi và sửa chữa các thiết bị dùng ở đó. Vì thế, ông trở thành bạn bè với một vài nhân sự ở trường đại học; đặc biệt, nhà vật lí danh tiếng Joseph Black (một chuyên gia về nhiệt học) đã trở thành bạn chí cốt và sư phụ của ông.⁴

Vào năm 1759, một người bạn khác, John Robinson, kể ông nghe về những trục trặc của động cơ hơi nước Newcomen, và ông được yêu cầu sửa một động cơ Newcomen thuộc trường đại học. Nhìn vào thiết kế của động cơ, Watt sớm nhận ra rằng nó cực kì không hiệu quả. Nói ngắn gọn, nó đang lãng phí quá nhiều năng lượng mà nó tạo ra bởi vì ba phần tư lượng nhiệt của hơi nước đang bị tiêu hao để làm nóng xilanh động cơ trong mỗi chu trình. Nguyên nhân chính cho sự lãng phí này là nước lạnh được bơm vào xilanh để

làm ngưng tụ hơi nước nhằm làm hạ áp suất của nó. Do đó, phần nhiều năng lượng cứ tuần tự đi vào làm nóng xilanh.

Watt đã thiết kế lại động cơ để hơi nước ngưng tụ trong một buồng tách biệt ở xa piston. Ngoài ra, ông duy trì nhiệt độ của xilanh bằng cách bao quanh nó bằng “áo” hơi nước. Điều này có nghĩa là phần lớn nhiệt lượng từ hơi nước bây giờ sẽ thực hiện công. Điều này cải thiện hiệu suất và công suất của động cơ rất nhiều. Watt đã chế tạo và trình diễn chiếc máy mới của ông vào cuối năm 1765. Dầu vậy, thật bất ngờ, dù với những ưu điểm và tiềm năng rõ rệt của nó, ông vẫn gặp khó trong việc tìm người tài trợ cho ông sản xuất nó về mặt thương mại.

Dù vậy, cuối cùng, ông được giới thiệu với Mather Bolton, chủ sở hữu của một xưởng đúc gần Birmingham, và họ trở thành đối tác. Trong vài năm sau đó, công ty của Bolton và Watt đã rất thành công. Watt tiếp tục cải tiến chiếc máy của ông và sớm biến đổi nó để nó tạo ra sức quay. Điều này tỏ ra rất có lợi trong việc mài, xay và dệt. Về sau, ông phát triển một chiếc máy kết hợp, trong đó hai hoặc nhiều động cơ có thể được sử dụng chung với nhau.

Thế nhưng vẫn còn một vấn đề xảy ra với những động cơ lớn nhất: piston trong xilanh không phải lúc nào cũng khớp chặt. Vấn đề này được giải quyết bởi John Wilkinson.

JOHN “SẮT KHÙNG” WILKINSON

Vào năm 1774, John Wilkinson đã lập một bước đột phá quan trọng trong chế tạo đại bác. Trong nhiều năm, đại bác được chế tạo bằng sắt đúc với một cái lõi. Mọi khiếm khuyết trong phần lõi được loại bỏ bằng một công đoạn khoan nhanh, song điều này đem lại một vấn đề nghiêm trọng: mỗi khẩu đại bác hơi khác nhau một chút, thành ra các bộ phận phải được chế tạo thủ công. Chúng không thể hoán đổi từ đại bác này sang đại bác khác được. Wilkinson chỉ ra rằng việc đúc một ống trụ rỗng và khoan một cái lỗ vào nó bằng cách quay nòng súng đem lại những khẩu đại bác chính xác hơn nhiều, nó sẽ cho

phép khả năng hoán đổi các bộ phận. Nó cũng làm cho các khẩu đại bác ít có khả năng phát nổ hơn trong khâu chế tạo. Vì vậy, việc sản xuất các khẩu đại bác lớn được cải tiến. Động cơ hơi nước mới của Watt giúp Wilkinson sản xuất những khẩu súng lớn hơn với ít nhân công hơn, và các kĩ thuật mới của Wilkinson với sắt và thép giúp Watt chế tạo các động cơ hơi nước ngày càng to hơn và tốt hơn. Đối tác hưởng lợi nhiều nhất là quân đội Anh. Nhiều khẩu đại bác lớn đã được lắp đặt trên tàu thuyền, giúp làm cho hải quân Anh mạnh thêm nữa.⁵

Mặc dù có lẽ Watt không hề nhận ra, nhưng công trình của ông còn thiết yếu trong sự phát triển của một ngành vật lí học mới, gọi là nhiệt động lực học. Nhiệt động lực học chủ yếu nói về việc nghiên cứu và cải tiến hiệu suất của mọi loại động cơ nhiệt, và nó sẽ sớm trở thành một nhánh quan trọng của vật lí học.

Không nghi ngờ gì nữa, công trình của Wilkinson và Watt là thiết yếu đối với quân sự, song nó gây ra một vấn đề. Wilkinson sớm bắt đầu nhận ra rằng ông là kẻ không thể thiếu được, và ông bắt đầu nghĩ rằng quân đội Anh đã không thưởng công cho ông xứng đáng. Ông là kẻ tham vọng và muốn mở rộng đế chế sắt và thép của mình, song ông cần có thêm tiền, và khả năng ông sẽ thu được nhiều hơn từ quân đội Anh là mong manh lắm. Và ông cũng biết rằng các nước khác sẽ hăm hở chi trả cho kiến thức và công nghệ của ông, đặc biệt là Pháp. Vì thế, không hề nhắc tới nó trước chính quyền Anh, ông đã gặp một vài nhà ngoại giao Pháp, và, đúng như kì vọng, họ hăm hở mua đại bác của ông. Thế nhưng, tất nhiên, vẫn có một vấn đề: Làm thế nào ông có thể chở chúng đến Pháp mà không kinh động đến các viên chức người Anh? Ông giải quyết vấn đề này bằng cách gắn nhãn xuất khẩu của ông là các “ống” sắt lớn. Và nước Pháp đã chi trả cho ông hậu hĩnh để ông sớm trở thành một người rất giàu có.

BENJAMIN ROBINS

Trong khi các tiến bộ đang được triển khai trong chế tạo đại bác, thì các tiến bộ cũng được thực thi trong chế tạo súng trường, đặc biệt liên quan đến độ chuẩn xác của chúng. Và như vỡ lẽ, vật lí học là thiết yếu cho những tiến bộ này. Phần lớn những tiến bộ này gắn liền với một cái tên: Benjamin Robins.

Robins sinh ra ở Bath, nước Anh, vào năm 1707, trong một gia đình tín đồ Quaker. Bố ông là thợ may, song công việc ấy chẳng đem lại bao nhiêu tiền, và gia đình ông tương đối nghèo. Năng lực toán học của Benjamin cuối cùng đã thu hút sự chú ý của một số bạn bè của ông, và một lá thư được gửi đến tiến sĩ Henry Pemberton ở London. Pemberton gửi cho chàng trai trẻ Robins một bài test, và anh làm bài quá tốt nên anh được mời luôn đến London. Lúc ấy, Pemberton đang soạn một phiên bản mới của cuốn *Principia* của Newton, và Robins đã đọc nó cùng với nhiều công trình quan trọng khác về toán học và vật lí học. Năm lên hai mươi tuổi, Robins có nhiều bài đăng trên các tạp chí lớn và được bầu làm ủy viên Hội Hoàng gia (một vinh dự vô cùng lớn dành cho người trẻ như thế). Ông tiếp tục công bố nhiều nghiên cứu; trong một bài viết ông đã bảo vệ “giải tích” mới của Newton trước một số công kích của những người sắp trở thành nhà toán học.⁶

Một học viện quân sự mới, Học viện Quân sự Hoàng gia, được thành lập vào năm 1741. Robins xin một suất dạy, nhưng thật bất ngờ, bất chấp trình độ chuyên môn ấn tượng của ông, ông bị từ chối. Một số người kể rằng điều này khiến Robins bức mình đến mức ông quyết tâm chứng minh cho cái học viện kia thấy rằng họ đã sai lầm như thế nào, và, bởi thế, ông dốc thân vào nghiên cứu vật lí học về súng ống, đạn dược, và đạn pháo.

Sau một nghiên cứu tỉ mỉ về các kiểu vũ trang thời ấy, ông tìm thấy bất ngờ rằng chúng rất không chuẩn xác. Ở một số trận đánh, người ta phải tốn đến 250 băng đạn mới diệt được một tên địch. Thật vậy, các nhà sản xuất chẳng thêm bố trí ống ngắm cho súng trường quân sự vì chúng không hề được

dùng cho các mục tiêu cá nhân. Một loạt đạn bắn ra bởi số lượng lớn binh lính mới là chiến lược chính được sử dụng vào thời ấy.

Robins quyết tâm tìm hiểu xem các vấn đề chính nằm ở đâu. Để kiểm tra, ông lắp cố định một khẩu súng trường trên một bàn kẹp chặt và bố trí các mục tiêu (màn giấy) ở cự li năm mươi, một trăm, và ba trăm foot. Rồi ông đo xem viên đạn bị trệch khỏi mục tiêu bao xa (trệch so với đường đi thẳng) ứng với mỗi cự li. Ông tìm thấy ở một trăm foot nó bị lệch mười lăm inch, và ở ba trăm foot nó bị lệch vài foot. Hơn nữa, nó bị lệch những lượng khác nhau theo những hướng khác nhau. Quá nhiều để mà chuẩn xác. Thế nên chẳng lạ gì, sẽ lãng phí thời gian thôi nếu cứ nhắm vào một mục tiêu ở xa ba trăm foot.

Robins lập tức tự hỏi tại sao độ chuẩn xác lại kém như thế. Phải có một lí do hợp lí nào đó. Cuối cùng ông xác định được rằng vấn đề là do chuyển động quay tròn của đạn bay. Chuyển động tròn không được lường trước; tuy vậy, khi viên đạn bay ra khỏi nòng nó có một chuyển động quay tròn nào đó, và chuyển động quay tròn này là khác nhau ứng với mỗi viên đạn. Lí do là vì viên đạn hình cầu được chế tạo có chủ định hơi nhỏ hơn đường kính nòng súng một chút, và khi nó chạy vào nòng nó va đập với thành nòng ở những điểm khác nhau, và mỗi lần va đập, chuyển động quay của nó thay đổi. Tuy nhiên, sự thay đổi có tính quyết định là lần va đập ngay trước khi nó thoát ra khỏi nòng. Đây sẽ là chuyển động quay mà nó có lúc đang bay. Và Robins giả định (đúng đắn) rằng chuyển động quay này tương tác với không khí mà viên đạn bay qua, và tương tác này làm ảnh hưởng đến quỹ đạo của nó.

Vấn đề tiếp theo khi ấy là xác định tốc độ của viên đạn khi nó thoát ra từ nòng súng và, nếu có thể, chuyển động quay của nó. Để xác định tốc độ của nó, Robins phát minh ra cái gọi là con lắc thử đạn – một trong những phát minh quan trọng nhất trong lịch sử súng ống. Ông bắt đầu bằng cách giữ cố định một khẩu súng trường tại chỗ. Ngay phía trước nó ông bố trí một khối gỗ lớn được treo ở đầu dưới của một sợi dây sao cho nó có thể đong đưa như một con lắc. Robins tìm thấy rằng khi súng nhả đạn thì khối gỗ hấp thụ động năng của đạn súng trường, và, do đó, khối gỗ lắc lên vài ba độ trên dây treo. Động

năng của viên đạn biến đổi thành thế năng trong quá trình ấy. Cho hai loại năng lượng ấy bằng nhau, Robins giải phương trình cho vận tốc của viên đạn, và ông tính được viên đạn súng trường phải đập vào khối gỗ với vận tốc 1.139 dặm trên giờ. Sau bao năm tháng súng ống và đại bác được sử dụng, đây là lần đầu tiên có người biết được các viên đạn bay nhanh bao nhiêu. Vì thế, đây thật sự là một thành tựu to lớn.

Giờ thì Robins đã tính được vận tốc đầu nòng của súng, thế nên ông phải xác định chuyện gì xảy ra khi viên đạn bay trong không khí đến mục tiêu của nó. Vận tốc của nó biến đổi như thế nào? Bằng cách di dời khối gỗ ra xa nòng súng, Robins có thể tìm ra giải đáp. Và ông sớm thấy rằng viên đạn đang mất vận tốc thật nhanh. Thật vậy, mỗi viên đạn mất hết gần một nửa tốc độ ban đầu của nó trong mấy trăm yard đầu tiên. Không khí mà đạn súng trường bay ra rõ ràng có tác động lớn. Các nhà khoa học và các kỹ sư vào thời ấy đã biết rằng không khí gây ra sức cản đối với đạn súng trường, song họ không nhận ra được tác động ấy biến hóa như thế nào. Vấn đề cơ bản là hình dạng của viên đạn: hình cầu. Hình cầu không có tính khí động lực học như những hình dạng khác, và Robins sớm nhận ra điều này. Hình dạng nào là tốt nhất để giảm thiểu lực kéo theo của không khí? Câu trả lời, chí ít cho đến chừng mực nào đó, đã được biết rõ. Các cung thủ đã làm thí nghiệm với các kiểu và hình dạng đầu mũi tên khác nhau trong nhiều năm, và họ thấy đầu mũi tên có tính khí động lực học nhất là mũi tên thuôn dài và nhọn về một đầu. Thế nhưng lại có vấn đề với viên đạn súng trường thuôn dài với một đầu nhọn. Nó sẽ đổ nhào khi nó chuyển động trong không trung, làm tình hình càng thêm tồi tệ.

Robins đã phân tích vấn đề thật thận trọng, và, khi làm thế, ông nhận thấy thật ra có đến hai vấn đề: tìm kiếm viên đạn khí động lực học nhất, và khử chuyển động quay ngẫu nhiên khi nó rời khỏi nòng súng.

Robins sớm nhận thấy ông có thể giải quyết cả hai vấn đề này chỉ với một thay đổi quan trọng. Ông sẽ làm cho viên đạn có hình dạng thuôn dài với một đầu nhọn, và ông sẽ làm cho nó quay tròn xung quanh trục xuyên qua tâm của nó theo hướng thuôn dài. Cách tốt nhất để làm việc này là khắc bên trong

nòng súng trường một loạt những cái rãnh xoắn ốc. Nói cách khác, ông quyết định “xẻ rãnh xoắn” nòng súng. Thế nhưng các rãnh xoắn sẽ chỉ hoạt động – làm cho viên đạn quay tròn xung quanh trục xuyên tâm của nó – nếu viên đạn khớp với các rãnh xoắn đó. Tóm lại, các rãnh xoắn phải khắc vào trong chỉ khi viên đạn chạy vào nòng. Thật vậy, chẳng mấy chốc người ta thấy rằng kích cỡ lí tưởng cho viên đạn là hơi lớn hơn một chút so với đường kính của nòng súng.

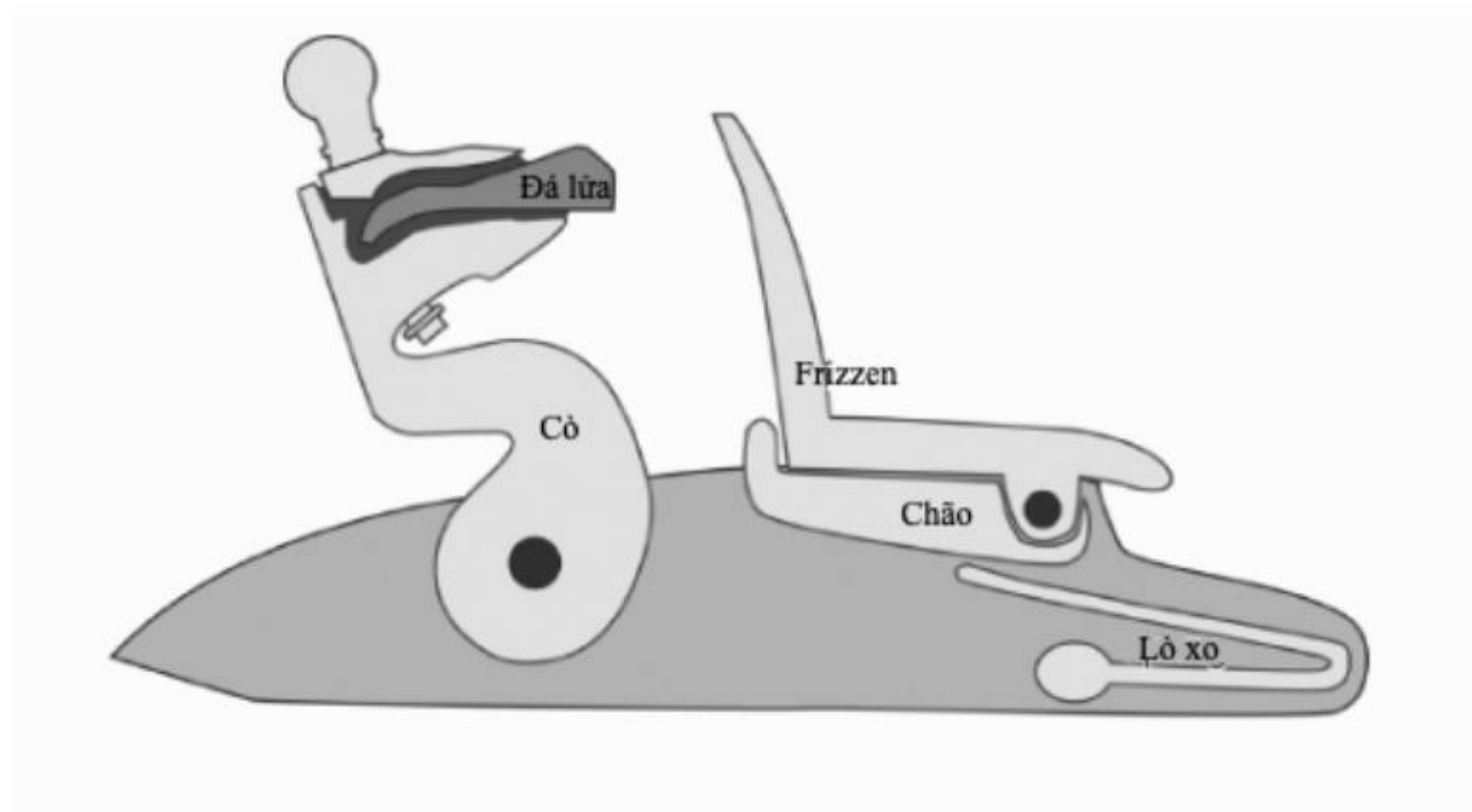
Cuối cùng, Robins đi tới các kế hoạch cho súng nạp đạn; đây là một khẩu súng trong đó lỗ đạn có thể để mở sao cho số thuốc súng nạp và đạn có thể chèn vào nòng. Với thuốc súng và đạn vào vị trí, sau đó lỗ đạn có thể đóng lại an toàn để sẵn sàng khai hỏa. Đây là một đột phá quan trọng, song thật ra nó chưa được sử dụng mãi cho đến khi Robins qua đời vài năm. Súng trường nòng xẻ rãnh là một vấn đề về mặt công nghệ, song chúng không thật sự khởi sắc trong vài năm nữa. Tuy vậy, đột phá của Robins đã làm cách mạng hóa cách đánh trận, và nó sớm biến nước Anh thành một trong những quốc gia hùng mạnh nhất châu Âu.

SÚNG KÍP

Súng trường cơ bản ngày ấy còn trải qua một thay đổi đáng kể trong thời kì này. Thay đổi xảy ra vào đầu thế kỉ mười bảy, và vào năm 1660 súng trường mới đã trở thành súng trường quân sự chính ở châu Âu, và nó tiếp tục được sử dụng cho đến khoảng năm 1840. Đa số súng trường thời ấy có nòng nhẵn và bắn ra đạn chì. Chúng có tầm xa chừng 150 yard, và chúng cân nặng khoảng mười pound. Khi nòng súng bắt đầu được xẻ rãnh, nó làm cho chúng chuẩn xác hơn đáng kể và có tầm xa lớn hơn nhiều. Nhưng nói chung, súng trường xẻ rãnh chỉ được sử dụng bởi những tay thiện xạ (hay cái chúng ta có thể gọi là tay bắn tỉa). Vấn đề là súng trường nòng xẻ rãnh cần thời gian lên đạn lâu hơn do việc sử dụng đạn khớp chặt. Hơn nữa, nòng của súng trường

xẻ rãnh (gọi là “nòng rãnh”) phải được làm sạch sau mỗi lần bắn, và điều này làm tốn thêm nhiều thời gian.⁷

Khác biệt chính ở súng xẻ rãnh mới này, gọi là súng kíp, so với khóa bánh xe, là việc sử dụng một miếng đá lửa để đánh lửa. Một người bắn súng kíp sẽ lên cò súng bằng cách sử dụng ngón tay cái kéo một cái cần ngược ra một lò xo mạnh (xem hình). Ở đầu cần kéo là một miếng đá lửa, trên nó có một đầu nhọn. Như ở các kiểu súng trước đây, súng kíp có một chảo mồi được nạp thuốc súng bột mịn. Khi chảo được mồi, nó khép lại. Ở phía trên chảo mồi là một bản thép dập gọi là frizzen, và khi cò được kéo, lò xo sẽ làm cho đá lửa đi xuống phía bản thép. Khi nó đập vào frizzen nó làm cho chảo mở ra. Và khi nó trượt xuống frizzen nó tạo ra một cơn mưa tia lửa. Các tia lửa sẽ làm cháy thuốc súng trong chảo mồi. Từ đó, một ngọn lửa sẽ cháy bùng qua lỗ châm và kích hoạt đạn trong nòng.



Cận cảnh cơ chế kíp đá lửa.

Cơ chế kíp đá lửa được sử dụng ở súng xẻ rãnh lẫn súng lục. Thật vậy, lúc này súng lục quân sự đang khá thông dụng; chúng có tầm bắn tương đối ngắn, nhưng chúng dễ dàng thao tác, khiến chúng trở nên phổ biến với kị binh. Các khẩu súng lục kíp nhỏ dài chừng sáu inch; còn những khẩu lớn hơn dài khoảng mười sáu inch. Một trong những khẩu súng lục nổi tiếng nhất là khẩu

Queen Anne. Kiểu súng được thiết kế đẹp và thanh lịch này thường là vũ khí được chọn để đấu súng, kiểu hình thức giải quyết xung đột phổ biến thời kì ấy. Thật vậy, một số khẩu súng lục còn có hai, ba, hoặc nhiều nòng để bắn nhanh hơn.

Mặc dù chúng là một cải tiến đáng kể so với súng hỏa mai và khóa bánh xe, song súng kíp vẫn có những trục trặc của nó. Viên đá lửa phải sắc nhọn nếu không súng sẽ không đánh lửa được. Đồng thời, súng kíp dễ bị ẩm và cháy bất ngờ. Ngoài ra, thỉnh thoảng khẩu súng sẽ phát nổ trong tay người lính.

CHRISTIAAN HUYGENS

Trở lại với vật lí học của thời kì này, chúng ta có một trong những nhà vật lí vĩ đại nhất ra đời sau Newton. Không giống Robins và các nhà khoa học chúng ta vừa bàn luận cho đến nay, Huygens chào đời trong một gia đình Hà Lan được trọng vọng và tương đối giàu có; bố ông là một nhà ngoại giao và một nhà triết học tự nhiên bán thời gian, người có vai trò quan trọng trong việc học tập lúc nhỏ của Christiaan.⁸

Christiaan được dạy học tại nhà bởi một số thầy giáo giỏi nhất địa phương cho đến năm ông mười sáu tuổi. Ai cũng thấy ông có năng khiếu về toán học, và điều này thu hút sự chú ý của một người bạn của gia đình, nhà toán học lỗi lạc Rene Descartes. Descartes khuyến khích Huygens học toán tại Đại học Leiden. Và thật vậy, Christiaan học toán và luật tại đại học ấy, bắt đầu vào năm 1645. Trong mấy thập niên tiếp sau đó, ông đã thực hiện vô số khám phá về vật lí, toán học, và cả thiên văn học, và mặc dù chúng ít có tác động đối với vũ khí quân sự của thời đại ông, song các khám phá của ông có tác động rất lớn về sau này.⁹

Ngoài những đóng góp cơ bản cho toán học, bao gồm cuốn sách đầu tiên về lí thuyết xác suất và lời giải cho nhiều bài toán cơ bản của thời ấy, Huygens còn có những đóng góp quan trọng cho vật lí học. Vào năm 1659, chẳng hạn, ông đã suy luận ra một công thức cho lực (ngày nay gọi là lực hướng tâm) gắn

liền với chuyển động tròn, như trong trường hợp một quả cầu đồng đưa tại đầu dưới của một sợi dây treo. Công thức của ông nói rằng $F = mv^2/r$, trong đó m là khối lượng, v là vận tốc, và r là bán kính. Ông còn tiến hành những khám phá cơ bản liên quan đến sự va chạm đàn hồi của hai vật; ông là người đầu tiên chỉ ra trên thực nghiệm rằng tổng động lượng trước va chạm luôn luôn bằng tổng động lượng sau va chạm (đúng như định luật ba Newton dự đoán). Ngoài ra, ông còn phát minh ra đồng hồ quả lắc đầu tiên, và ông là người đầu tiên suy luận ra công thức cho chu kỳ của con lắc. Ông còn nghĩ ra các phương pháp mới mài thấu kính và chế tạo kính thiên văn, và ông đã sử dụng kính thiên văn để khám phá vệ tinh lớn nhất của Thổ tinh, ngày nay gọi tên là Titan. Ông còn quan sát vành sao Thổ và dự đoán chính xác rằng nó mỏng mảnh và không gắn dính với hành tinh.

Tuy nhiên, trong lĩnh vực vật lý học, ông được biết tới nhất với lý thuyết sóng của ông về ánh sáng, ông đề xuất nó vào năm 1678. Vài năm sau đó, Newton đề xuất rằng ánh sáng bao gồm những hạt nhỏ li ti ông gọi là các tiểu thể, và trong nhiều năm trời có hai lý thuyết về bản chất của ánh sáng: một dựa trên sóng, và một dựa trên hạt. Vào năm 1801, Thomas Young chứng minh rằng Huygens đúng, nhưng vật lý lượng tử ngày nay bám lấy khái niệm lưỡng tính sóng-hạt, bởi vì ánh sáng có vẻ biểu hiện cả hai tính chất, tùy thuộc vào phương pháp người ta quan sát nó.

Huygens còn phát triển lò xo dây cót cho đồng hồ treo tường và đồng hồ đeo tay, chúng vẫn được sử dụng trong một số dụng cụ hiện đại, và vào năm 1675 ông đăng ký bằng sáng chế cho chiếc đồng hồ bỏ túi đầu tiên. Năm 1673, ông bắt đầu làm thí nghiệm với động cơ đốt, ông dùng thuốc súng làm nhiên liệu. Nó không thành công, song ông đã thiết kế một hình thức đơn giản của động cơ hơi nước và nó hữu ích với James Watt trong công trình của ông ta.

VẬT LÝ HỌC VÀ CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP

Như đã nhắc ở phần trước, một số vị học giả từng đề xuất rằng khoa học thuần túy (bao gồm vật lí học) chỉ giữ một vai trò thứ yếu trong sự phát triển của Cách mạng Công nghiệp. Thế nhưng nếu bạn nhìn vào bức tranh tổng thể, bạn dễ dàng thấy rằng nhiều khám phá cơ bản trong vật lí học xảy ra trong thời gian này, đáng chú ý nhất là những khám phá của Huygens. Ngoài ra, cả Hội Hoàng gia ở Anh và Viện hàn lâm Pháp ở Pháp đều được thành lập. Mục tiêu của hai tổ chức là cổ xúy vật lí thuần túy và vật lí ứng dụng. Và mặc dù việc cổ xúy quân sự không phải là mục tiêu chính của hai tổ chức, song chẳng nghi ngờ gì nó là một mục tiêu thứ cấp.

Một tiến bộ quan trọng khác trong thời gian này, rõ ràng nó đã hỗ trợ động cơ hơi nước của Watt, là việc thiết lập định luật chất khí cơ bản ngày nay gọi là định luật Boyle. Nó nói rằng tích của áp suất và thể tích là không đổi đối với một lượng khí cố định cho trước, miễn là nhiệt độ không đổi. Điều này có nghĩa là, chẳng hạn, khi thể tích khí giảm một nửa, thì áp suất tăng gấp đôi, hoặc nếu thể tích tăng gấp đôi thì áp suất giảm một nửa. Nó được phát biểu lần đầu tiên bởi Robert Boyle ở nước Anh vào năm 1662.

Đến lượt nó, công trình của Watt là thiết yếu đối với sự phát triển quân sự ở chỗ nó khiến cho việc sản xuất đại bác và súng trường đều hiệu quả hơn nhiều. Hơn nữa, như đã nói ở phần trước, một nhánh chính của vật lí học, đó là nhiệt động lực học, đã ra đời từ công trình của Watt về hiệu suất của các động cơ.

Nghiên cứu của Huygens về các va chạm và lực hướng tâm còn hữu ích đối với sự phát triển vũ khí chiến tranh, song chính công trình của ông về ánh sáng, và đề xuất của ông rằng ánh sáng là sóng, cuối cùng mới có những hàm ý to lớn. Vài năm về sau này, với công trình của Maxwell và Hertz, nó đã đưa đến sự phát triển phổ điện từ, cái cuối cùng có tác động rất lớn đối với chiến tranh.

Và sau cùng, những tiến bộ của Benjamin Robins về đại bác học chủ yếu dựa trên vật lí học, và chúng sẽ làm thay đổi rất nhiều đối với chiến tranh trong vài thập niên tiếp theo sau.

CHƯƠNG 9

VŨ KHÍ CỦA NAPOLEON VÀ NHỮNG ĐỘT PHÁ MỚI VỀ VẬT LÝ HỌC

Trong khi Cách mạng Công nghiệp quét qua toàn cõi châu Âu và làm thay đổi cấu trúc của xã hội, thì phần lớn châu Âu đang trong tình trạng chiến tranh. Ở Pháp, Cách mạng Pháp nổ ra vào năm 1789 với việc đột kích vào nhà ngục Bastille ở Paris; ba năm sau Louis XVI bị xử trảm và cách mạng đã diễn ra sôi sục với hai mươi đến bốn mươi nghìn người bị chém đầu trong vòng hai năm. Nước Pháp kiệt quệ, nhưng bất ngờ thay, một vài tiến bộ khoa học quan trọng đã diễn ra, và chúng chủ yếu gắn liền với một con người, Antoine Lavoisier. Sau đó, trước sự sùng sốt và buồn đau của nhiều người, Lavoisier bị chém đầu, và các tiến bộ khoa học khựng lại. Trong thời Chiến tranh Napoleon, một vài tiến bộ khoa học đã xảy ra, và đa số các nỗ lực trong xu thế này đều tập trung vào quân sự.

CÁCH MẠNG PHÁP

Khi Louis XVI lên ngôi vào năm 1774 ông bất ngờ nhận thấy quân đội có một vấn đề nghiêm trọng: thiếu thuốc súng. Các kho quân nhu hầu như trống không và các nguồn cung đang cạn dần. Đặc biệt, thành phần chính của thuốc súng, saltpeter, trong tình trạng thiếu nguồn cung. Trong nhiều năm trời, nó chủ yếu được lấy từ chuồng ngựa và các tòa nhà cũ. Louis quyết định hành động cần thiết; ông bổ nhiệm Antoine Lavoisier, nhà hóa học nổi tiếng nhất ở Pháp, đứng đầu ủy ban. Như chuyện vỡ lẽ, Lavoisier đúng là người thích hợp cho công việc ấy. Ông lập tức tiến hành làm việc, treo giải thưởng tiền mặt cho bất kì tiến bộ mới nào trong việc sản xuất saltpeter hay thuốc súng nói chung. Ông nhanh chóng dẹp bỏ các thủ tục lạc hậu và nhìn xét kĩ công thức cho thuốc

súng xem làm thế nào cải thiện nó. Và trong một thời gian ngắn ông đã thực hiện những thay đổi đáng kể. Bốn năm sau đó, công thức cho thuốc súng được cải tiến nhiều đến mức các nước khác hăm hở mua lại nó từ Pháp, và các kho quân nhu trước đây trống không nay thì đầy ắp.¹

Song việc cải tiến thuốc súng chỉ là một trong các thành tựu của Lavoisier. Ông còn thực hiện nhiều khám phá về hóa học đến mức ông được xem là cha đẻ của hóa học hiện đại. Và mặc dù ông chủ yếu là nhà hóa học, song các đột phá của ông có sức ảnh hưởng mạnh đối với vật lý học. Đặc biệt, ông có những đóng góp quan trọng cho lĩnh vực hóa lý và nhiệt động lực học. Ông đốt lưu huỳnh và phosphorus trong không khí và chứng minh rằng sản phẩm kết hợp cân nặng hơn các nguyên tố ban đầu. Sau đó ông tiếp tục chỉ ra rằng phần cân nặng thu được là bị mất từ không khí, và do đó, khối lượng được bảo toàn, đưa đến định luật bảo toàn khối lượng.

Ông còn chỉ ra rằng không khí có hai thành phần, một trong hai làm cho các kim loại han gỉ. Ông đặt tên cho thành phần này là oxygen. Sau đó ông chỉ rõ rằng thành phần của không khí mà Henry Cavendish khám phá nhiều năm trước đó có mặt ở trong nước. Đặc biệt, oxygen và thành phần mới ấy, ông gọi nó là hydrogen, có vẻ cấu tạo nên nước. Hơn nữa, ông lưu ý rằng nitrogen cũng là một thành phần chính của không khí.²

Trong nhiều năm trời, lý thuyết được chấp nhận của sự cháy là “thuyết phlogiston”, trong đó người ta giả định một nguyên tố bí ẩn gọi là phlogiston chứa trong mọi vật có thể cháy và được giải phóng trong sự cháy. Lavoisier chứng minh lý thuyết ấy là sai. Chính oxygen là khái niệm chính trong sự cháy. Ông còn là người đầu tiên lập một danh sách hoàn chỉnh về những nguyên tố đã biết (hay các chất không thể chia tách được), đó là oxygen, nitrogen, hydrogen, phosphorus, thủy ngân, thiếc, và lưu huỳnh.

Có lẽ chẳng có gì bất ngờ khi Lavoisier bị bắt giữ vào năm 1794. Nhiều nhà khoa học danh tiếng thời ấy đã khẩn cầu hội đồng cách mạng tha mạng cho ông, họ chỉ ra vô số đóng góp của ông cho nền khoa học Pháp. Thế nhưng

ban phán xét, theo một câu chuyện không đáng tin cậy, đã đáp rằng, “Nền Cộng hòa chẳng cần nhà khoa học hay nhà hóa học; việc thực thi công lí không thể trì hoãn.”³ Ông bị chém đầu vào ngày 8 tháng Năm, ở tuổi năm mươi. Nhà toán học danh tiếng Lagrange từng nhận định, “Chỉ tốn một khoảnh khắc để họ chém đầu ông ấy, nhưng có lẽ nước Pháp không thể sinh ra một con người như thế trong một thế kỉ.”⁴

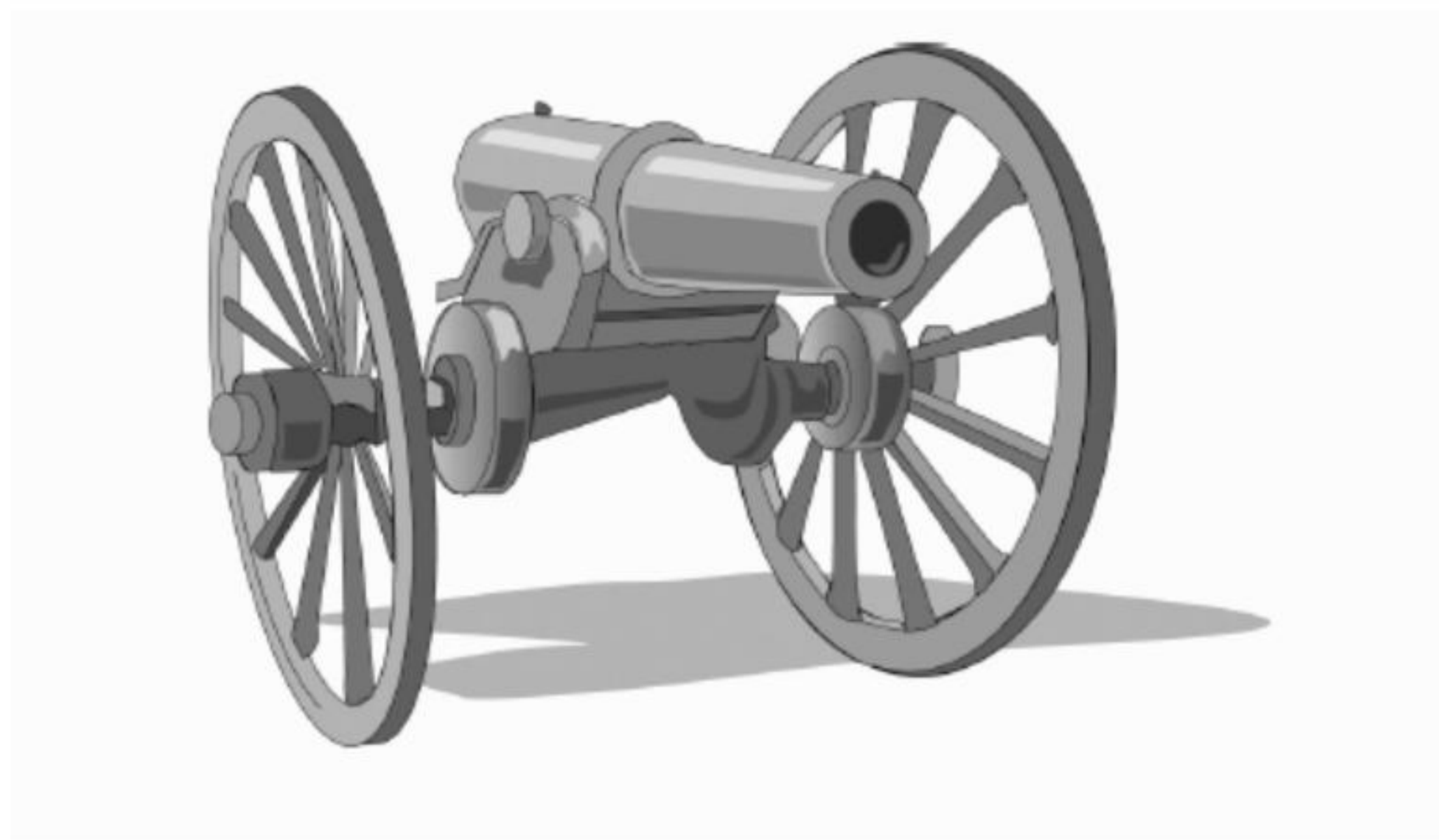
Tuy nhiên, chẳng bao lâu sau đó, các viên chức được bầu nhận thấy rằng họ đã đi quá đà. Họ phóng thích cho bà vợ góa của Lavoisier và trả lại cho bà những gì thuộc về ông, và nhiều năm sau một bức tượng được dựng lên ở Paris để tôn vinh ông.

JEAN-BAPTISTE VAQUETTE DE GRIBEAUVAL

Quân đội Pháp lún vào những hố sâu mới trong thời kì cách mạng, và cả trong những năm trước đó. Pháo binh của Pháp trở nên lạc hậu so với của các nước khác, và quân lính chẳng được huấn luyện bao nhiêu và nói chung ọp ẹp sau nhiều năm bị bỏ mặc. Jean-Baptiste Vaquette de Gribeauval, một trung tá trẻ, được đưa sang quân đội Áo (một liên minh) trong lúc bùng nổ Chiến tranh Bảy Năm, và ông hết sức ngạc nhiên khi thấy đại bác Pháp và các kiểu súng khác kém hơn nhiều so với súng Áo. Tuy nhiên, trong vòng vài năm, Gribeauval đã cải tiến đại bác Pháp thành một kiểu súng nhẹ hơn, uy lực hơn với một tầm xa tương đương.

Gribeauval làm cho nước Pháp cái Wilkinson đã làm cho nước Anh. Thời ấy, nòng đại bác được đúc bằng cách rót sắt hay đồng nóng chảy vòng vòng một trụ đất sét. Khi vật liệu nguội đi, đất sét được bóc bỏ và phần bên trong được mài bóng. Cách này khiến các khẩu súng khác nhau về kích cỡ, khiến người ta khó chế tạo đạn pháo lắp khít. Bởi vậy, phần lớn hỏa lực của vụ nổ bị tổn thất. Gribeauval thiết lập một hệ thống mới đúc đạn pháo từ một khuôn rắn rồi khoan một cái lỗ qua khuôn đó. Do đó, đại bác được chế tạo chính xác hơn để các bộ phận lắp khớp với nhau. Hơn nữa, đạn pháo lúc này

khớp vào nòng tốt hơn nhiều. Điều này cho phép các nhà sản xuất làm ra những khẩu đại bác nhẹ hơn, dễ dàng vận chuyển hơn, song lại có cùng tầm xa, hoặc tốt hơn, so với đại bác cũ. Ngoài ra, Gribeauval còn huấn luyện các sĩ quan của ông sử dụng đại bác theo cách tốt nhất. Một trong các sĩ quan này là Napoleon Bonaparte.



Đại bác Napoleon

NAPOLEON VÀ VŨ KHÍ CỦA ÔNG

Napoleon học vật lí cùng với toán học và thiên văn học ở trường quân sự, và ông biết tầm quan trọng của khoa học đối với chiến tranh. Và ông đã có nhiều nỗ lực nhằm đảm bảo nước Pháp đứng ở tiền phương của công nghệ; ông biến trường École Polytechnique thành trường quân sự, và cuối cùng nó đã trở thành một trong những trường học tiến bộ công nghệ nhất ở châu Âu. Và ông đảm bảo các vũ khí mà ông sử dụng – nhất là đại bác – là tối tân nhất ở châu Âu. Tuy nhiên, phần lớn các chiến công của ông xảy đến không phải do các cách tân mới của ông về vũ khí, mà bởi vì ông sử dụng các chiến lược và chiến thuật mới mẻ và tài tình. Ông không chịu trách nhiệm cho bất kì vũ khí “thần kì” nào sử dụng các đột phá mới trong vật lí học, và chẳng có chỉ dấu nào

cho biết ông có nhiều quan tâm đến vật lí học hay khoa học nói chung. Cái gì không hữu ích cho nỗ lực chiến tranh thì ông chẳng màng quan tâm. Và trong một số trường hợp ông còn phạm sai lầm khi những cách tân mới được đề trình lên ông. Một ví dụ là khí cầu, nó được phát triển vào năm 1782. Một trong các cố vấn khoa học của ông đã kể ông nghe về các khí cầu vào năm 1800 và chỉ ra rằng chúng có thể được sử dụng để trinh thám kẻ thù và thậm chí có thể dùng để thả bom nữa. Lúc đầu Napoleon tỏ ra hiếu kì về ý tưởng đó, song ông sớm mất hứng thú, và chẳng còn quan tâm nữa. Ngoài ra, mặc dù việc “xẻ rãnh” nòng súng trường đã được biết vào lúc ấy, và súng trường xẻ rãnh được biết là chuẩn xác hơn và có tầm xa gấp ba lần súng trường nòng nhẵn, thế nhưng Napoleon chẳng thích chúng. Chúng quá chậm đối với khẩu vị của ông, và nói chung ông vẫn bám lấy các khẩu súng nòng nhẵn.⁵

Các vũ khí chính của thời ấy là súng trường nòng nhẵn, napan đạn bịt miệng, cùng với súng lục, lưỡi lê, gươm, và giáo. Và Napoleon, lạ thay, đặc biệt kè kè với lưỡi lê, chủ yếu bởi vì nó là một vũ khí gây kinh hãi rất hiệu quả. Tuy nhiên, chẳng nghi ngờ gì nữa, vũ khí hiệu nghiệm nhất của ông chính là đại bác mới của Gribeauval. Chính đại bác, cùng với các chiến thuật và chiến lược mới của ông, đã đem lại hết chiến thắng này đến chiến thắng khác trong những năm đầu ông làm chỉ huy. Hơn hết thảy, Napoleon tìm kiếm các yếu điểm chí mạng của kẻ thù và nhanh chóng công kích chúng. Tốc độ và hiệu quả ông điều động quân lính và đại bác trên chiến trường đã gây bất ngờ và thông thường hạ gục kẻ thù của ông. Một trong các chiến thuật chủ yếu của ông là “đánh nhử” từ phía trước trong khi ông bí mật bao vây quân địch. Sau đó, trước sự bất ngờ của họ, ông sẽ tấn công từ phía sau và hai bên, cắt đứt nguồn liên lạc và cung ứng của chúng.⁶

Napoleon thăng cấp nhanh chóng trong hàng ngũ với vai trò viên sĩ quan trẻ, và vào năm 1796, khi Pháp tiến đánh Áo, ông được giao quyền chỉ huy quân Pháp ở Italy, và ông đánh thắng hết trận này đến trận khác, trở về Pháp vào năm 1797 như một anh hùng dân tộc. Và chẳng mấy chốc ông lại giành thắng lợi; vào tháng Năm 1798 ông rời đi thực hiện một chiến dịch ở Ai

Cập, nơi ông hi vọng lôi kéo nước Anh vào trận bằng cách đe dọa các mối bận tâm thương mại của họ trong vùng. Ông chẳng gặp trở ngại gì với quân Ai Cập được trang bị yếu ớt và dễ dàng tàn sát hơn hai nghìn lính Ai Cập với thiệt hại ít ỏi ở phe ông.

Thế nhưng các vương mắc của ông với nước Anh chỉ mới bắt đầu thôi. Tàu chiến của đô đốc Harotio Nelson càn quét qua khu vịnh neo đậu tàu của Napoleon và đánh chìm phần lớn chúng, khiến quân Pháp không có lối thoát. Napoleon lập tức bỏ lại quân đội của ông và tìm cách trở về Pháp cùng với vài viên cận vệ và tướng lĩnh. Và bất ngờ thay, ông lại được chào đón như người anh hùng vì chiến thắng của ông ở Ai Cập, góp phần giúp ông được bầu làm quan chấp chính hàng đầu vào năm 1800. Lúc này Napoleon là chỉ huy của quân đội được trang bị tốt nhất ở châu Âu, và ông nhanh chóng nắm lấy thời cơ đó. Trước tiên ông tấn công nước Áo, và với những chiến thuật và kĩ năng mới xuất hiện, ông nhanh chóng hạ gục họ tại Ulm vào tháng Mười 1805. Sau đó phần lớn quân Áo đầu hàng ông. Kế đến ông tấn công nước Nga và tàn dư của quân Áo tại Austerlitz. Napoleon nhanh chóng chia quân làm hai cánh và bao vây họ, trong quá trình gây thương vong vô cùng lớn.



Napoleon Bonaparte

Năm sau đó, ông tấn công nước Phổ, một trong những quân đội hùng mạnh nhất, được trang bị tốt nhất ở châu Âu, và trước sự bất ngờ của mọi người, ông đè bẹp nó. Bấy giờ ông đã có phần lớn châu Âu nằm dưới quyền chỉ huy của mình, song ông vẫn chưa thắng được kẻ thù không đội trời chung của mình – nước Anh. Và họ vẫn là một cái gai trong mắt ông. Vương mắc chủ yếu là hải quân Anh; hải quân Pháp không địch lại, và trừ khi ông tiến đánh vùng nội địa của Anh, nếu không quân đội ông sẽ không làm tròn nhiệm vụ được.

Sau vài năm tương đối yên ả, Napoleon quyết định xâm lược Tây Ban Nha, đất nước được biết có quân đội tương đối yếu, và, thật vậy, ông sớm chiếm được nó. Thế nhưng bất ngờ ông đối mặt trước một kiểu chiến tranh mới: quân du kích lẩn trốn trong miền núi và phục kích và phá hoại quân đội ông hết lần này đến lần khác. Ngoài ra, nước Anh sớm đem quân sang hỗ trợ Tây Ban Nha, và tình hình còn tệ hơn nữa, nước Áo đang đe dọa Pháp. Bởi thế, Napoleon cho rút lui, để quân của ông lại trước một thảm họa từ từ nhưng có tính quyết định. Trong vài năm sau đó, nhiều đội quân giỏi nhất của ông bị tiêu diệt.

Thế nhưng thất bại lớn nhất của ông xảy đến vào năm 1812 khi ông tấn công nước Nga. Với một trong những đội quân lớn mạnh nhất từng được thiết lập, tổng số xấp xỉ sáu trăm nghìn quân, Napoleon kì vọng một chiến thắng dễ dàng. Như chuyện vỡ lẽ, quân đội của ông quá đồ sộ, và người Nga thì quá xảo quyệt. Họ rút lui khi Napoleon càn qua vùng đất, tiến càng lúc càng gần tới Moscow. Và họ biết rõ họ đang làm gì; họ đang chờ cái khắc nghiệt và tàn khốc của mùa đông Siberia. Hơn nữa, khi người Nga rút lui, họ áp dụng chiến thuật vườn không nhà trống cho những khu vực họ đi qua, và do đó, quân Pháp, vốn phụ thuộc vào việc đánh cướp thực phẩm ở những vùng đất chiếm được, lâm vào cảnh túng thiếu những gì cần thiết để tồn tại. Tuy nhiên, Napoleon đoán chắc rằng một khi ông tiến đến Moscow sẽ có đủ thực phẩm ở đó, và chiến tranh sẽ sớm chấm dứt. Thế nhưng quân Nga xảo trá rút lui khỏi Moscow, chẳng để lại gì trong thành phố hết. Napoleon tiến vào thành phố và chờ đợi sự đầu hàng từ tướng lĩnh Nga, nhưng chuyện không hề xảy ra. Sau một tháng

gần như chết đói, ông và quân đội của mình rời Moscow cho chuyến hành quân dài ngày về lại nước Pháp trong tiết trời chết chóc của mùa đông. Cuộc chiến đã nổ ra với hơn sáu trăm nghìn quân dưới quyền chỉ huy của Napoleon, và vào lúc lui về Pháp quân đội chỉ còn lại hơn ba mươi nghìn. Những ngày huy hoàng của Napoleon đã lùi xa, thế nhưng ông vẫn nắm vững quyền lực.⁷

Về nước Napoleon cho thiết lập một quân đội mới gồm 350.000 người. Nhưng lúc này các kẻ thù của ông đã liên minh với nhau; Nga, Phổ, Áo, Đại Anh, và Tây Ban Nha vừa thiết lập một khối liên minh mới. Tuy vậy, Napoleon thật sự giành được một số thắng lợi, nhưng ở trận Leipzig quân bên ông giảm xuống còn bảy mươi nghìn. Paris sớm bị bao vây, và nó bị đánh chiếm vào tháng Ba 1814. Những kẻ thắng cuộc lưu đày Napoleon ra hòn đảo Elba ở Địa Trung Hải. Thật bất ngờ, ông trốn thoát khỏi Elba vào tháng Hai 1815 và trở về đất liền, nơi ông được chào đón như một người hùng, và ông trở lại cai trị nước Pháp trong vài trăm ngày nữa. Rồi ông đụng độ tướng Anh Wellington tại Trận Waterloo và nhận lấy thất bại thảm nhất của mình. Lần này ông bị trục xuất ra đảo St. Helens ở Đại Tây Dương. Ông qua đời vào năm 1821.

BÁ TƯỚNG RUMFORD

Mặc dù một số khám phá vật lý học đã được thực hiện ở nước Pháp trong thời đại Napoleon, song những tiến bộ quan trọng lại diễn ra ở nơi khác, và phần lớn chúng liên quan đến nhiệt và nhiệt động lực học. Bá tước Rumford (danh xưng tôn kính của ông) có tên khai sinh là Benjamin Thompson, và ra đời ở Woburn, Massachusetts, vào năm 1753. Ban đầu ông làm việc cho hải quân Anh, tiến hành các thí nghiệm quan trọng về thuốc súng. Các kết quả của ông được Hội Hoàng gia Anh công bố vào năm 1781. Cùng khoảng thời gian ấy, ông còn bắt đầu một loạt thí nghiệm về nhiệt.⁸

Khi Chiến tranh Cách mạng Mỹ kết thúc, ông rời đi London. Tuy nhiên, sau bốn năm, ông chuyển đến Bavaria, nơi ông tiếp tục làm các thí nghiệm của mình về nhiệt và ánh sáng. Ông được chính quyền Bavaria công nhận vào năm

1791 và được phong tước của Đế quốc La Mã Thần thánh, với danh xưng Bá tước Rumford. Tên ông chọn là tên của một thị trấn ở New Hampshire, nơi ông kết hôn.

Niềm đam mê khoa học chính của ông trong nhiều năm trời là nhiệt. Ngay từ sớm ông đã nghĩ ra một phương pháp đo nhiệt dung riêng của các chất. Nhiệt dung riêng là lượng nhiệt cần thiết để làm tăng một lượng nhất định (ví dụ, 1 gram) của chất lên thêm một độ. Tuy nhiên, ông chần chừ không công bố các kết quả của mình, và đã thất vọng khi thấy người khác công bố kết quả y hệt như ông đã làm.

Tuy vậy, khám phá quan trọng nhất của ông xảy đến khi ông ở Munich. Ông được phân công giám sát việc sản xuất đại bác bằng đồng, và khi ông thử nghiệm cách chúng được làm, ông thấy bất ngờ trước lượng nhiệt sinh ra bởi quá trình khoan. Nước được dùng để làm nguội, song nó sôi lên nhanh lắm. Ông quyết định đo lượng nhiệt sinh ra trong quá trình đó. Bố trí một nòng đại bác hình dạng đặc biệt có thể cách nhiệt để tránh tổn hao nhiệt, ông đim mũi khoan và nòng pháo vào bể nước và tiến hành đo độ tăng nhiệt độ của nước khi quá trình khoan diễn ra. Điều này cho phép ông xác định có bao nhiêu nhiệt được sinh ra. Thế nhưng ông còn tiến thêm bước nữa: ông tính xem bao nhiêu nhiệt được sinh ra với một lượng công cơ học cho trước. Ngày nay chúng ta gọi đây là đương lượng cơ của nhiệt. Giá trị ông đo được có phần nhỏ hơn giá trị mà chúng ta chấp nhận ngày nay (4,18 joule trên calo), song nó là một bước tiến quan trọng đầu tiên, và nó thiết lập một mối liên hệ quan trọng trong vật lý học.

Trong khi tiến hành thí nghiệm, Rumford còn chứng minh rằng không có sự biến đổi vật lý nào xảy ra trong vật liệu của đại bác, và nguồn cung nhiệt do ma sát dường như là vô tận miễn là quá trình khoan cứ tiếp tục.

Rumford còn có những đóng góp quan trọng cho trắc quang học, kỹ thuật đo ánh sáng. Đặc biệt, ông nêu ra đơn vị ánh sáng, chuẩn ngọn nến.

CÁC ĐỘT PHÁ TRONG VẬT LÝ HỌC

Giữa lúc chiến tranh thịnh nộ, các khám phá quan trọng khác cũng xảy ra trong vật lý học, đáng chú ý nhất là nghiên cứu điện học và từ học. Phải mất nhiều năm người ta mới hiểu được các hiện tượng mới một cách thấu tình đạt lý, và để ứng dụng chúng cho các dụng cụ hữu ích, thế nhưng rõ ràng cuối cùng chúng có tác động hết sức to lớn đối với chiến trận và vũ khí, và với cuộc sống thường ngày.

Vào đầu thập niên 1730, nhà vật lý Pháp Charles du Fay phát hiện thấy các vật nhiễm điện thỉnh thoảng hút lẫn nhau và thỉnh thoảng đẩy lẫn nhau. Ông nêu giả định rằng có hai loại chất lỏng điện, ông gọi chúng là điện thủy tinh và điện nhựa (về sau chúng được gọi là điện tích dương và điện tích âm). Ông còn lưu ý rằng một số vật liệu dẫn điện tốt hơn các vật liệu khác; ông xem tính chất này là “nhiễm điện tiếp xúc”.

Vài năm sau, năm 1746, chính khách và nhà khoa học Benjamin Franklin trở nên yêu thích với điện và đã tiến hành các thí nghiệm sử dụng chai Leyden (một cái chai có một thanh đồng dựng tại tâm của nó, có thể dùng để trữ điện tích). Ông tự hỏi liệu tia sét trong cơn giông có liên hệ với tia lửa điện sinh ra gần quả cầu trên chóp đỉnh chai Leyden hay không. Nhằm thỏa mãn lòng hiếu kỳ của mình, ông thả một con điều trong cơn giông, trang bị cho nó một cần dây dẫn nối với một sợi dây lụa, và buộc một chìa khóa kim loại vào đầu kia của sợi dây lụa. Đúng như trông đợi, khi ông đặt tay mình gần chìa khóa, nó đánh lửa theo kiểu giống như chai Leyden vậy. Lúc này Franklin cam chắc rằng “chất lỏng điện” của chai Leyden cũng có mặt trong các đám mây giông.

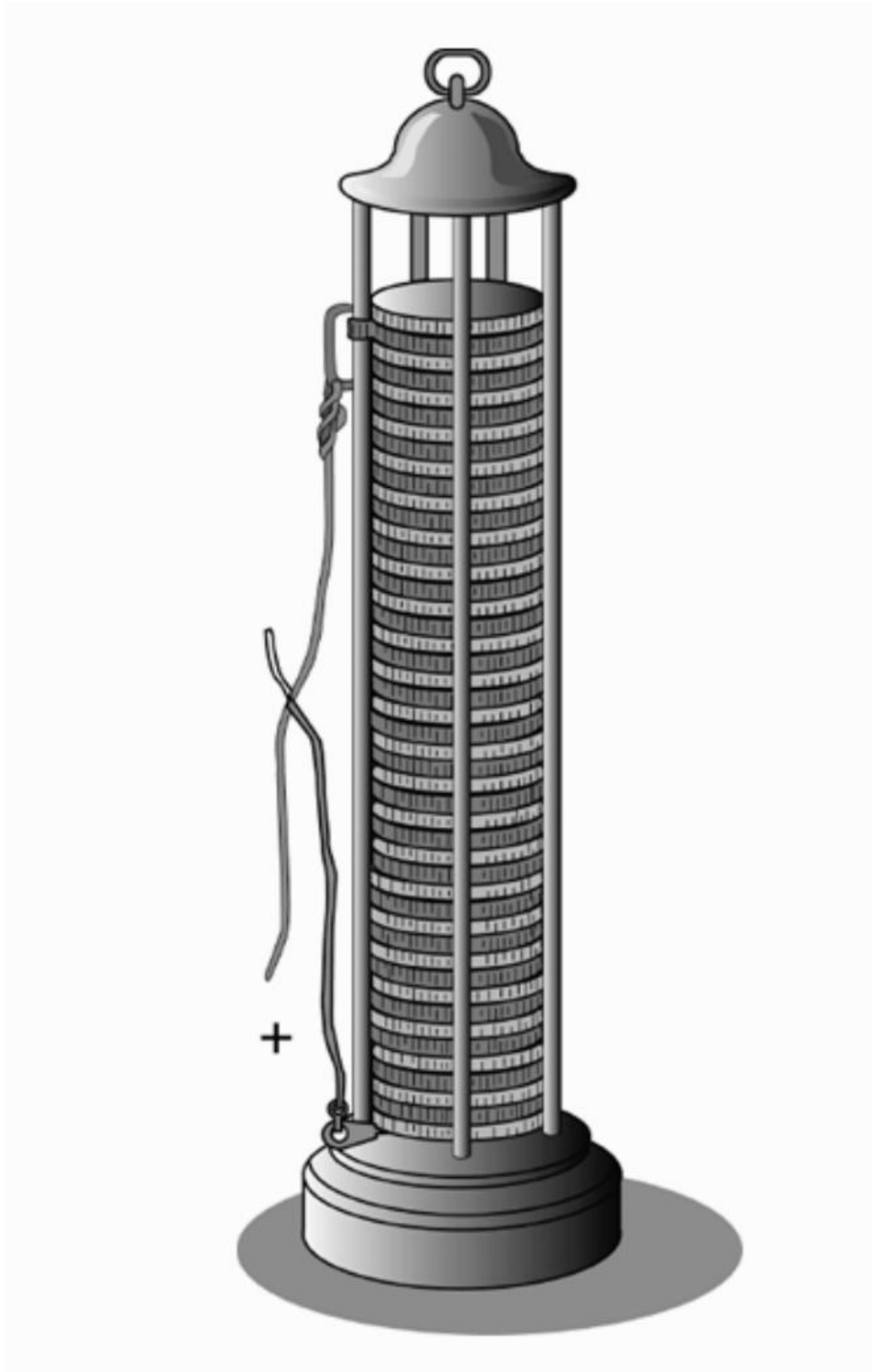
Nhà vật lý Pháp Charles Coulomb bắt đầu khảo sát vấn đề hút và đẩy giữa các vật nhiễm điện vào đầu thập niên 1780. Ông đặc biệt quan tâm đến lực tương tác giữa chúng. Nếu chúng hút hoặc đẩy nhau thì phải có một lực gắn liền với hiện tượng đó. Ông chế tạo một dụng cụ rất nhạy gọi là cân xoắn cho phép ông đo độ lớn của lực đó, và ông tìm thấy nó tỉ lệ nghịch với bình

phương khoảng cách giữa hai điện tích, và tỉ lệ với tích của hai điện tích. Ngày nay, chúng ta viết liên hệ này là $F = q_1q_2/r^2$, trong đó q_1 và q_2 là độ lớn của hai điện tích và r là khoảng cách giữa chúng.

Bối cảnh khi ấy chuyển sang Italy, nơi bác sĩ và nhà vật lí Luigi Galvani bắt đầu hứng thú với lĩnh vực mới về “điện y học” vào khoảng năm 1790. Một ngày nọ, Galvani đang lột da ếch để ông làm thí nghiệm tĩnh điện trên đó. Người phụ tá của ông chạm con dao mổ bằng kim loại lên dây thần kinh ở chân ếch, với một chai Leyden tích điện đặt gần đó. Khi con dao mổ chạm trúng dây thần kinh, chân con ếch chết nháy giật lên, như thể nó còn sống. Quan sát này khiến ông bất ngờ, và ông công bố nó vào năm 1791. Ông giả định rằng cú nháy ấy là do một chất lỏng điện trong các dây thần kinh, và ông gọi hiện tượng này là “điện sinh vật”.⁹

Không lâu sau khi kết quả trên được công bố, một nhà vật lí khác ở Italy, Alessandro Volta, đọc thấy nó và lặp lại thí nghiệm. Ông hầu như nhận ra ngay rằng con ếch là không cần thiết; thứ duy nhất cần thiết là hai kim loại khác bản chất và một vật dẫn ẩm ướt (chúng thay cho chân ếch). Và trong một khoảng thời gian ngắn, ông còn tiến thêm bước nữa, chỉ ra rằng một dải nối tiếp gồm vài cặp dây kim loại và các vật dẫn ẩm ướt còn hoạt động tốt hơn. Volta tiếp tục nghiên cứu dụng cụ mới của ông, ông gọi nó là cột, sử dụng các đĩa bạc và kẽm chồng lên nhau với các đĩa giấy cứng tẩm nước muối kẹp giữa chúng. Với dụng cụ mới, cái ngày nay chúng ta gọi là pin, lần đầu tiên dòng điện liên tục được tạo ra.

Một khi các nhà khoa học có được “dòng” điện chạy trong dây dẫn, nhiều nhà vật lí bắt đầu làm thí nghiệm với nó. Một trong số họ là nhà vật lí Đức Georg Ohm. Ohm sớm nhận thấy rằng dòng điện chạy qua dây dẫn giữa hai điểm phụ thuộc vào “điện trở” của đoạn dây đó. Quy luật của ông ngày nay được gọi là định luật Ohm. Dòng điện ngày nay được đo theo một đơn vị gọi là ampere, và điện trở được đo theo đơn vị gọi là ohm. Về mặt toán học, định luật của ông có thể được viết là $V = IR$, trong đó V là điện áp giữa hai điểm, I là cường độ dòng điện, và R là điện trở.¹⁰



Cột điện của Volta

Thế nhưng vẫn còn một vấn đề nghiêm trọng. Bởi vì lực điện có quá nhiều tính chất giống với lực từ, cho nên có vẻ chúng phải có liên hệ với nhau, song chẳng ai có thể chứng minh được. Vào năm 1813, nhà vật lí Đan Mạch

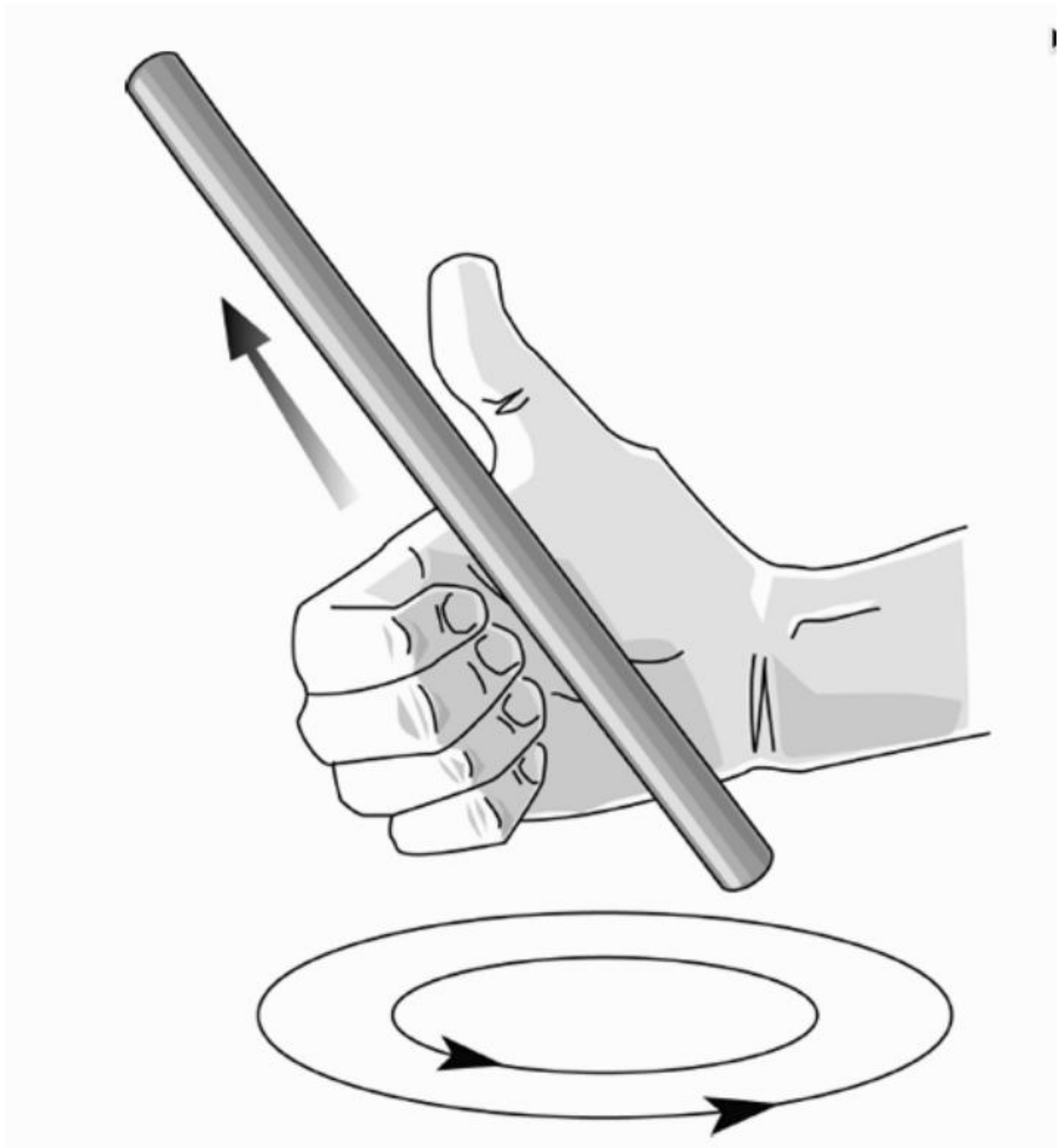
Hans Christian Oersted bắt đầu quan tâm đến vấn đề trên, nhưng sau vài năm làm thí nghiệm ông không thể tìm ra mối liên hệ giữa hai bên. Thế rồi một ngày nọ trong năm 1820 ông đang đứng giảng bài; trong lúc giảng ông bật một dòng điện tắt rồi mở. Nằm cạnh bên là một cái la bàn, và, trước sự bất ngờ của ông, ông để ý thấy hành động của ông có tác động lên cái la bàn. Ông mang la bàn đến gần dây dẫn, giữ kim la bàn song song với sợi dây. Khi ông bật dòng điện lên, kim la bàn lệch về hướng vuông góc với dây. Như vậy, ông đã xác định được rằng mỗi dòng điện có một từ trường gắn liền với nó. Từ trường đó bao xung quanh, hay vây tròn, dây dẫn mang dòng điện, và độ lớn của từ trường yếu dần khi khoảng cách đến dây tăng lên.¹¹ Oersted công bố các kết quả của ông vào tháng Bảy 1820, và chúng sớm gây chú ý. Nay đã có bằng chứng: lực điện và lực từ thật sự có liên quan nhau. Đặc biệt, mỗi điện trường sẽ tạo ra một từ trường. Người ta cũng sớm thấy rằng một nam châm đang chuyển động có thể tạo ra dòng điện. Tương tác giữa hai trường ngày nay được gọi là trường điện từ.

Trong vòng vài tuần sau công bố khám phá của Oersted, nhà vật lí Pháp Andre Ampere đã đọc về nó. Ông xác thực công trình của Oersted và tiếp tục tiến hành các thí nghiệm về các trường xung quanh dây dẫn. Ông chứng minh được rằng hai dây dẫn song song mang dòng điện sẽ hút hoặc đẩy nhau, tùy thuộc vào hai dòng điện chạy cùng chiều hay ngược chiều. Nghiên cứu tương tác đó, ông chứng minh được rằng lực giữa chúng tuân theo một quy luật nghịch đảo bình phương. Rồi ông tiếp tục phát triển “quy tắc nắm tay phải” cho dòng điện, nó nói rằng nếu bạn nắm một sợi dây dẫn mang dòng điện với ngón tay cái chỉ theo chiều dòng điện và khum các ngón kia lại, thì các ngón tay của sẽ bạn chỉ theo chiều của từ trường. Ông cũng là người đầu tiên phát triển solenoid – một cuộn dây quấn thành xoắn ốc tạo ra từ trường tại tâm của nó.

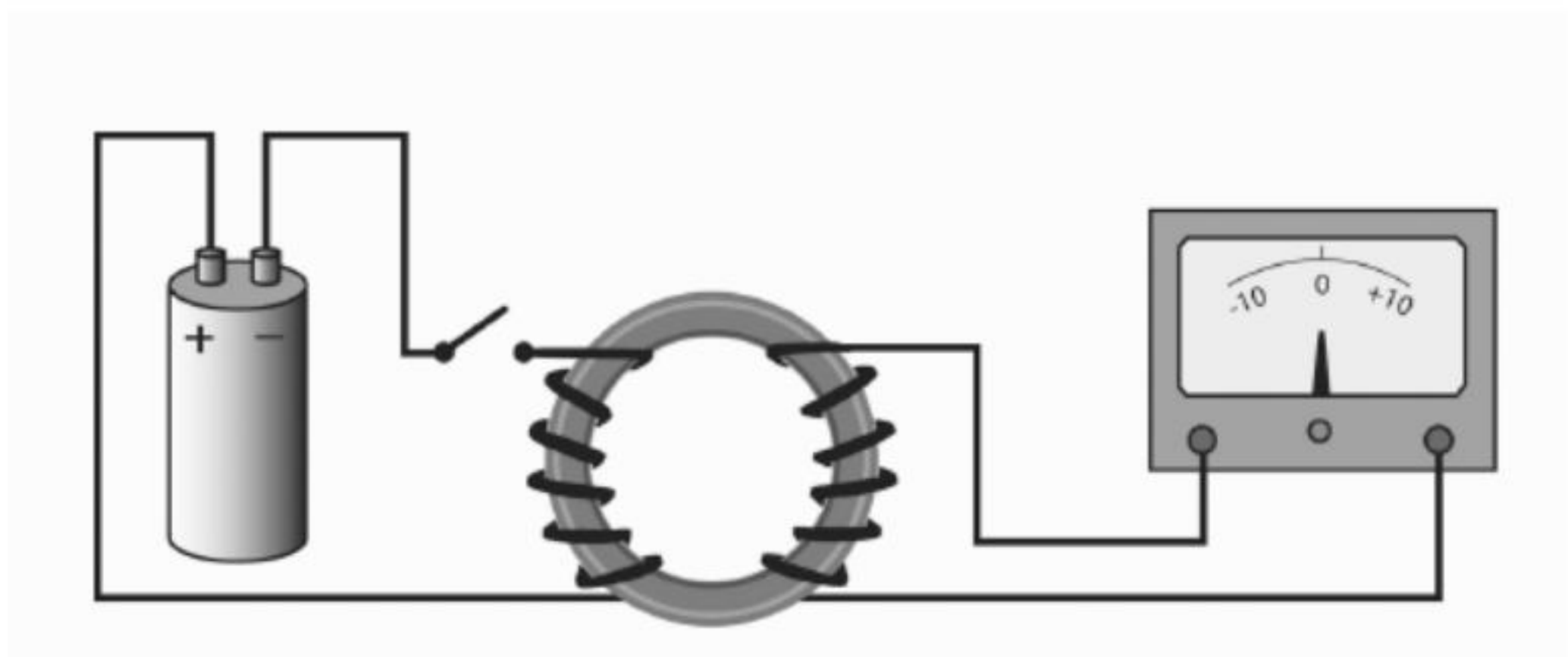
Song có lẽ tỏa sáng rực rỡ nhất của thời kì này là Michael Faraday, ông sinh năm 1791. Ông tự học là chính; ở tuổi mười bốn, ông theo học việc với một thợ đóng sách ở địa phương, nhờ thế giúp ông tiếp xúc với số lượng lớn

sách vở. Ông đọc cơ man nào là sách trong thời gian rỗi rãi của mình, và ông đặc biệt có cảm hứng với một cuốn mô tả hiện tượng mới là dòng điện. Sau đó, ông tham dự các buổi thuyết giảng của nhà vật lý lỗi lạc Humphrey Davy.¹²

Sau khi đọc về cột Volta, ông đã tự chế cho mình một cái, và vào năm 1821, sau khi Oersted công bố khám phá của ông, Faraday chế tạo ra hai dụng cụ tạo ra cái ông gọi là “chuyển động quay điện từ”. Chúng là những phiên bản đơn giản của động cơ điện. Rồi vào năm 1830 ông bắt đầu tự hỏi rằng liệu từ trường hiện hữu có thể tạo ra một dòng điện hay không. Để tìm câu trả lời, ông quấn dây dẫn quanh một cái vòng sắt và gắn hai đầu nó với một cục pin, tạo ra một solenoid, rồi ông lắp một công tắc trong mạch điện để có thể mở nó hoặc tắt. Ở phía kia của vòng ông quấn thêm vài vòng dây khác và gắn hai đầu nó với một dụng cụ đo dòng điện, gọi là một điện kế. Sau đó Faraday bật công tắc ngắt mở vài lần, kì vọng thấy được dòng điện trong dây quấn thứ hai. Tuy nhiên, trước sự thất vọng của ông, chỉ có một dòng điện nhỏ tồn tại trong một phần nhỏ của một giây. Tiếp tục làm thí nghiệm, cuối cùng ông biết được rằng không phải sự tồn tại của các đường sức từ tạo ra dòng điện mà chính chuyển động của từ trường qua dây dẫn. Ông nhanh chóng chứng minh được rằng nếu ông chỉ việc đẩy một nam châm vào một cuộn dây, thì nó sẽ tạo ra dòng điện trong cuộn dây. Ngày nay chúng ta gọi hiện tượng này là sự cảm ứng điện từ.



Quy tắc nắm tay phải cho chiều của từ trường



Cuộn dây cảm ứng của Faraday

Vào năm 1845, Faraday còn phát hiện thấy những vật liệu nhất định biểu hiện một lực đẩy yếu đối với từ trường. Ông gọi hiện tượng là nghịch từ. Ngoài ra, ông còn chỉ ra rằng từ trường có thể ảnh hưởng đến tia sáng, chứng minh một mối liên hệ biểu kiến giữa từ trường và ánh sáng. Cuối cùng, trong những năm cuối đời mình, ông đề xuất rằng lực điện từ thật sự trải ra vào không gian trống rỗng xung quanh một vật dẫn ở dạng “các đường thông lượng”. Ngày nay, chúng ta gọi chúng là các đường sức điện trường.

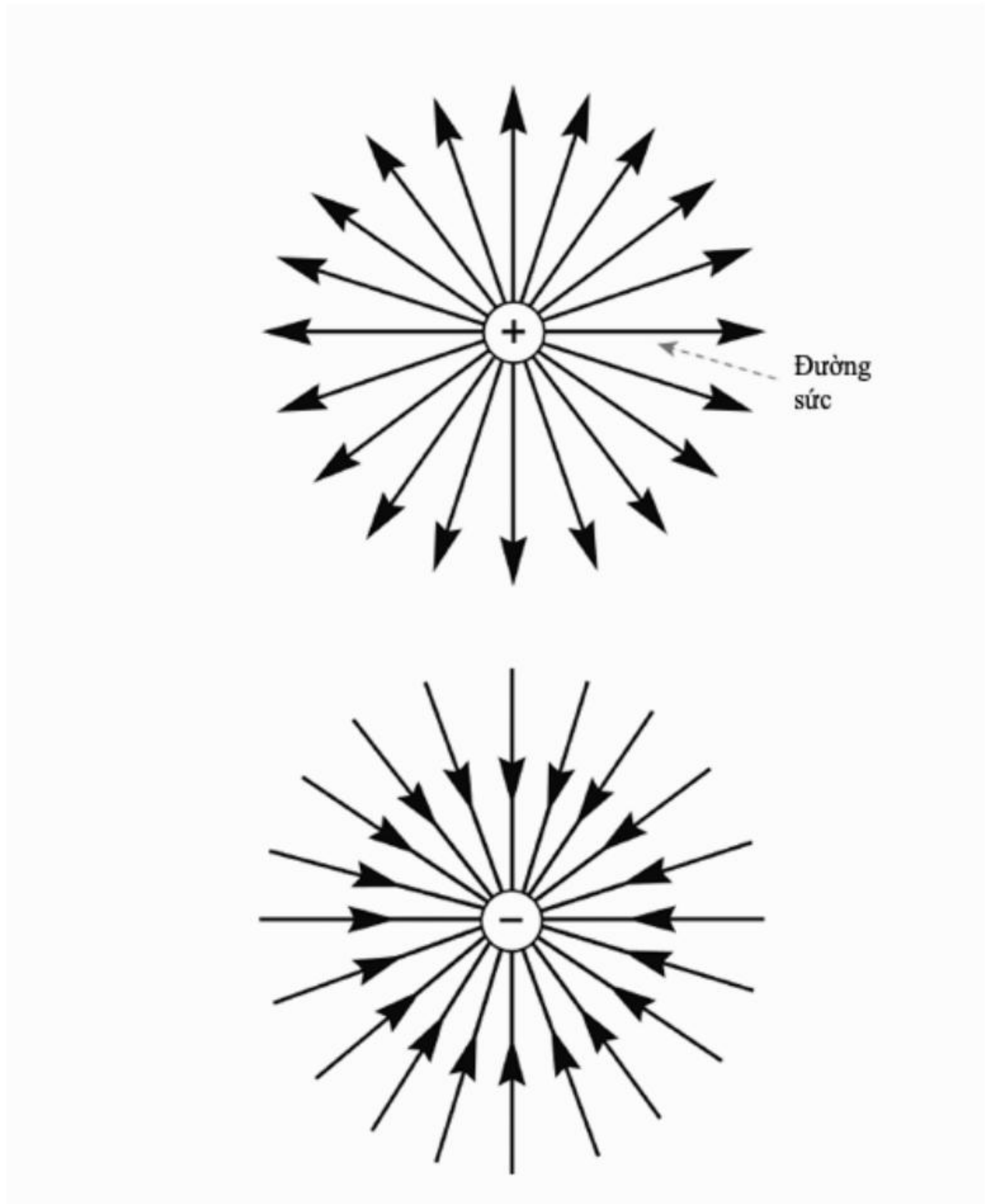
Trong vòng vài năm công trình của Faraday đã đưa đến hai phát minh quan trọng: máy phát điện và máy biến áp. Máy phát điện được dùng làm nguồn cấp điện trong công nghiệp, và máy biến áp nhanh chóng được sử dụng rộng rãi để biến đổi hay điều chỉnh điện áp của một nguồn điện.

ĐIỀU NÀY ẢNH HƯỞNG NHƯ THẾ NÀO ĐẾN VŨ KHÍ CHIẾN TRANH

Mặc dù các khám phá trên thuộc về một số khám phá quan trọng nhất trong lịch sử thế giới, song phải mất mấy năm thì chúng mới được sử dụng trong chiến tranh. Thế nhưng cuối cùng khi chúng được ứng dụng cho công nghệ của thời ấy, chúng đã đem lại cách mạng. Máy phát điện và động cơ điện nhanh chóng được phát triển là kết quả của những khám phá này, và cuối cùng chúng giữ một vai trò to lớn trong sự phát triển vũ khí chiến tranh. Các máy phát điện cỡ lớn cuối cùng thay thế hẳn các động cơ hơi nước làm nguồn năng lượng chính. Các nhà máy điện mọc lên khắp nơi của thế giới văn minh, thúc đẩy sản xuất trên nhiều phương diện. Vũ khí nhanh chóng được sản xuất ở tốc độ khủng khiếp.

Thế nhưng một trong những kết cục chính của các đột phá về điện học và từ học là một niềm đam mê mới bất ngờ về khoa học và công nghệ, với vật lý học ở tiền tuyến. Đa số các quốc gia bắt đầu nhận ra tầm quan trọng của vật lý học và các khoa học khác đối với chiến trận và phát triển các vũ khí mới. Khoa học thuần túy đã được công nhận trước thời kì này, song các viên chức

chính phủ đang dần nhận ra tầm quan trọng của khoa học thuần túy, và đặc biệt là vật lí học, trong mối liên hệ với công nghệ ứng dụng quân sự.



Các đường thông lượng của Faraday, hay các đường sức điện đối với một điện tích dương và một điện tích âm.

Nhiều trường đại học mới mọc lên như nấm ở Anh, Pháp, và Đức, và cả ở Mỹ. Và sự nhấn mạnh mới vào khoa học và toán học, bao gồm cả vật lí học. Các nước khác, ví dụ Nhật Bản và Nga, cũng sớm đi tới kết luận tương tự.

“Dynamo” đầu tiên – một máy phát điện có khả năng sản xuất điện cho công nghiệp – được chế tạo vào năm 1832. Sau đó đến điện báo và pin nhiên liệu.

Chương 10

CUỘC NỘI CHIẾN NƯỚC MỸ

Các nhà sử học thường xem Nội Chiến Mỹ là cuộc chiến tranh hiện đại thật sự đầu tiên vì nó sử dụng khá nhiều phương pháp và vũ khí mới và được cải tiến đáng kể. Nhiều phát triển quan trọng về vật lý học và vũ khí học đã xảy ra ngay trước và trong cuộc chiến. Mặc dù vũ khí đã được sản xuất với số lượng lớn ở châu Âu trước đó, nhưng việc sản xuất hàng loạt đầu tiên một số vũ khí gây thương vong nhất từng được sử dụng trong chiến tranh diễn ra trong những năm này. Ngoài ra, các phát triển vật lý học và các khoa học khác đã đưa đến công dụng thời chiến của điện báo, máy phát điện, khí cầu trinh thám, các tàu chiến tốt hơn và to hơn, ngư lôi, và các kính viễn vọng được cải tiến đáng kể.

PHÁT TRIỂN NGÒI NỔ

Súng kíp vẫn được sử dụng bởi nhiều người vào lúc khai màn cuộc chiến. Thế nhưng có một phát minh mới sẽ thay thế nó. Vào năm 1800, Edward Howard, nhà hóa học người Anh, tìm thấy một vật liệu có tính nổ cao gọi là thủy ngân fulminate. Ông hi vọng nó có thể thay thế thuốc súng, nhưng trước sự thất vọng của ông, khi ông thử dùng nó ở súng trường, nó thổi bay nòng súng ra ngoài. Nó nổ quá mạnh.¹

Alexander John Forsyth đáng kính xứ Scotland đã tiếp bước khám phá này vào năm 1807. Giống như Howard, ông nghĩ hẳn phải có nhu cầu đối với thuốc nổ mới dùng cho súng. Song ông quan tâm hơn với cơ chế dùng để tổng đạn ra, đó là kíp nạp đạn lò xo. Cần một tia lửa để kích hoạt mồi, và mọi thứ không hoạt động tốt trong thời tiết ẩm ướt hoặc những ngày mưa. Ông quyết định thử dùng thủy ngân fulminate là thuốc mồi. Nó có một ưu điểm lớn: nó

không cần diêm lửa để làm nó nổ. Thật vậy, nó có thể dễ dàng được làm cho nổ chỉ bằng cách đập một cái búa nhỏ lên nó. Vì thế ông phát triển một dụng cụ nạp đạn lò xo sẽ đập thủy ngân fulminate trong một hộp giấy nhỏ. Hộp giấy được gắn với một cái ống dẫn vào nòng súng. Ngọn lửa từ vụ nổ đi vào ống và đánh lửa thuốc súng thúc đạn vọt ra. Ông cảm thấy hài lòng vì nó vận hành suôn sẻ.

Forsyth và những người khác tiếp tục nghiên cứu hệ thống mới trong vài năm tiếp theo. Trước tiên họ dùng một hộp giấy với thủy ngân fulminate hàn kín giữa hai tờ giấy. Vào năm 1814, những cái ngòi sắt nhỏ được dùng để chứa fulminate, và về sau ngòi sắt được đổi thành đồng. Cuối cùng, một hộp đồng hoặc đồng thau được dùng để chứa cả đạn và thuốc súng.

Hệ thống gỗ mới có nhiều ưu điểm: thời tiết không còn là trở ngại nữa, và nó nạp đạn nhanh hơn nhiều và tiện lợi hơn. Thật vậy, chúng ta có thể nói rằng ngòi nổ đã cách mạng hóa súng trường và súng lục. Các kho vũ khí trên khắp thế giới nhanh chóng bắt đầu chuyển từ vũ khí kíp đá lửa sang đốt fulminate. Và thật vậy điều này cũng xảy ra ở Mỹ, nhưng mãi cho đến Nội Chiến mới được triển khai.²

Một đột phá quan trọng đã xảy ra, song vẫn còn các vướng mắc. Và một trong các vướng mắc chính liên quan đến việc nạp đạn lại cho súng. Đa số súng trường là đơn nòng và phải nạp đạn lại sau mỗi lần đạn bắn ra. Một số nhà phát minh đã thử dùng các rãnh liền kề nhau, mỗi rãnh một viên đạn, nhưng kiểu này không hoạt động tốt trên chiến trận. Cần thứ gì đó tốt hơn. Và một trong những người đầu tiên thử làm cái gì đó với nó với Samuel Colt.

Mối bận tâm chính của Colt lúc đầu là súng lục. Làm thế nào để có thể bắn ra vài viên đạn nối tiếp nhau? Ông bắt đầu bằng cách chế tạo một mô hình gỗ. Ý tưởng của ông là có một ống trụ xoay vòng với một vài lỗ đạn. Các viên đạn có thể được đặt vào các lỗ ấy, với một trong các viên đạn canh thẳng với nòng, và khi kéo cò thì ống trụ sẽ quay và rồi một lỗ đạn khác, với một viên đạn khác sẵn sàng khai hỏa, sẽ canh thẳng với nòng. Cái ông có được là một

vài viên đạn trong một ống trụ quay tròn; khẩu súng nổi tiếng nhất của ông có sáu viên đạn.³

Colt trình phát minh mới của ông cho quân đội vào đầu thập niên 1840, ngay trước Nội Chiến, nhưng quân đội chẳng mấy quan tâm đến nó. Dù vậy, ông vẫn xoay xở đủ tiền để lập một nhà xưởng ở Patterson, New Jersey. Song ở giai đoạn này, “súng sáu viên” của ông hãy còn thô sơ, và nó không thành công lắm. Tuy nhiên, ông tiếp tục nghiên cứu về nó, và dần dần giảm số bộ phận trong nó xuống còn bảy.

Cuối cùng, khẩu súng bắt đầu thu hút sự chú ý của những người khác – nhất là biệt đội Texas Rangers. Phát minh của Colt là vũ khí lí tưởng cho những ai trên lưng ngựa. Vào năm 1847, Colt thiết lập một nhà máy nữa cho kiểu súng cầm tay cải tiến mới của ông tại Hartford, Connecticut. Nó là một món vũ khí khẩu độ a.31 tương đối nhẹ so với các kiểu súng lục khác. Chẳng mấy chốc các khẩu súng lục ổ quay mới được xây dựng hàng loạt. Sử dụng các hệ thống phát triển trong thời kì Cách mạng Công nghiệp, ông đã tiêu chuẩn hóa toàn bộ các bộ phận bên trong khẩu súng để các bộ phận từ khẩu này sẽ khớp với mọi khẩu khác, và trong các năm sau đó ông đã sản xuất 325.000 khẩu cả thảy.

Thế nhưng quân đội, dù là về cuối Nội Chiến, chậm khai thác kiểu súng của ông.

ĐẠN CẦU MINIÉ

Ngòi nổ là một bước tiến bộ rất lớn, nhưng trong một khoảng thời gian ngắn sau khi phát triển nó, một phát minh còn quan trọng hơn nữa đã biến súng trường thành một vũ khí gây thương vong hơn nhiều với tầm xa và độ chuẩn xác lớn hơn, và nó khai tử mãi mãi đối với súng trường nòng nhẵn.

Phát triển mới ấy bắt đầu vào năm 1823 ở Ấn Độ khi một viên sĩ quan người Anh, Đại tá John Norton, để ý thấy điều kì lạ. Người Ấn bản xứ sử dụng một cái ống để phóng phi tiêu về phía kẻ địch của họ, và khi họ bắt đầu sẵn

sàng phóng, họ bắt đầu bằng cách thổi vào nòng ống. Ông phát hiện thấy họ làm như vậy là để tạo ra một cái bọt sẽ choán đầy nòng ống và làm kín nó, thành ra khi phi tiêu bay ra, lực tác dụng lên nó lớn hơn nhiều.

Vào năm 1836, một thợ rèn súng ở London đã cải tiến ý tưởng của Norton bằng cách chèn một chốt gỗ vào để viên đạn để nó sẽ dẫn ra khi bị bắn. Điều này giúp ích phần nào, nhưng tiến bộ thật sự xảy đến khi một đại úy quân đội Pháp, Claude Minié, cải tiến thiết kế trên bằng cách sử dụng một đế trụ rỗng. Viên đạn lúc này có hình nón, giống với các viên đạn hiện đại của chúng ta. Mặc dù nó được gọi là đạn cầu Minié, nhưng nó không có hình dạng giống quả cầu. Thoạt đầu, đạn cầu Minié có một đài tròn ở đế, nhưng khi thuốc súng nổ cái đài ép chì ra ngoài lấp đầy nòng súng. Cái đặc biệt quan trọng ở đây là viên đạn bây giờ khớp khít vào các rãnh xoắn trong nòng.⁴

Các rãnh khoan xoắn ốc đã được sử dụng trong nhiều năm, nhưng để cho khớp khít, đó là yêu cầu cần thiết, viên đạn phải hơi lớn hơn phần bên trong của nòng súng, và nó phải được nạp vào vị trí ngay phía trên bột thuốc súng, và đây là một quá trình chậm chạp. Mặt khác, đạn cầu Minié có thể được nhả vào nòng, và quá trình này diễn ra nhanh hơn nhiều. Và vì đạn Minié bắt khớp với các rãnh buộc nó chuyển động xoáy ốc, và do đó, nó rời nòng súng với tốc độ quay rất cao.

Để thấy vì sao viên đạn xoáy tròn lại mang tính cách mạng như thế, chúng ta phải nhìn vào vật lí học của các vật chuyển động quay. Khi một vật chuyển động quay theo kiểu bất kì, nó quay xung quanh một trục, và trục quay này đòi hỏi một vị thế đặc biệt. Trong trường hợp viên đạn đang bay (bắn ra từ nòng xoắn) có hai chuyển động chúng ta phải xét đến: chuyển động tịnh tiến của nó (cái đem lại cho nó quỹ đạo) và chuyển động quay của nó. Nó có hai chuyển động đồng thời, giống hệt như một quả bóng chày bị đập bay theo đường cong. Cầu thủ giao bóng cố ý cấp cho quả bóng chày một chuyển động quay nhằm làm cong quỹ đạo của nó để nó khó bị đập trúng bởi gậy của đội bạn.

Chúng ta đối phó với vấn đề chuyển động quay như thế nào? Trước hết, dễ dàng thấy rằng nó quay xung quanh một đường tưởng tượng gọi là trục quay của nó, và chúng ta gọi tốc độ quay tròn của nó là tốc độ góc (hay vận tốc góc, đối với một hướng nhất định). Tốc độ quay thường được đo bằng số vòng trên phút (rpm). Các nhà khoa học còn sử dụng đơn vị khác nữa, nó đặc biệt tiện lợi trong vật lý học. Để định nghĩa, trước tiên chúng ta phải định nghĩa radian là gì; nó bằng $360^\circ/2\pi$, tức là xấp xỉ 57° . Đơn vị radian trên giây được sử dụng phổ biến trong vật lý học.

Vậy làm thế nào để đưa một vật vào chuyển động quay – nói cách khác, làm cho nó quay tròn? Rõ ràng cần một lực tác dụng. Điều này đưa chúng ta trở lại khái niệm quán tính. Hãy nhớ rằng theo định luật Newton thứ nhất, một vật đang chuyển động sẽ tiếp tục chuyển động thẳng đều trừ khi bị tác dụng bởi một lực nào đó. Tóm lại, một vật đang chuyển động có quán tính, và nó cần một lực để vượt qua quán tính này. Do đó, quán tính là một loại “sức ỳ” trước thay đổi. Tương tự như vậy, một vật chuyển động quay có quán tính quay, và nó ưu tiên giữ nguyên quán tính này. Nói chung, nó cần một lực để thay đổi chuyển động. Tuy nhiên, trong trường hợp trên, chúng ta đang giải quyết một chuyển động quay, nên lực là lực chuyển động quay, và chúng ta gọi lực này là moment quay. (Bạn tác dụng moment quay mỗi khi bạn xoay nắm cửa hay mở một nắp chai.)

Tuy nhiên, nếu chúng ta nhìn vào một cái đĩa đang quay tròn, ta dễ dàng thấy rằng “tốc độ thẳng” (ví dụ, foot trên giây) trên các điểm của đĩa không giống nhau. Tốc độ của điểm gần ngoài rìa rõ ràng lớn hơn tốc độ tại một điểm ở gần tâm. Điều này có nghĩa là đối với một vật đang quay tròn tốc độ tại các điểm khác nhau ở trên vật tăng khi khoảng cách đến trục quay tăng lên. Do vậy, lực f bình thường (thẳng), và lực chuyển động quay, hay moment lực, chúng ta kí hiệu nó là τ , có liên quan nhau. Liên hệ này có thể biểu diễn như sau: $\tau = f \times r$.

Trở lại với quán tính quay, ta dễ dàng chỉ ra được rằng một vật đang quay tròn ưu tiên duy trì chuyển động quay theo một hướng nhất định. Giả sử

bạn có một bánh xe đạp với một tay cầm trên trục của nó sao cho bạn có thể dùng tay mình giữ lên nó. Nếu bạn làm cho bánh xe quay, sau đó bạn cố xoắn ngược nó, bạn sẽ thấy rằng rất khó làm vậy. Tóm lại, bánh xe muốn tiếp tục quay theo chiều cũ. Điều này có nghĩa là một viên đạn quay tròn xung quanh một trục dọc theo hình dạng thuôn dài của nó, và chuyển động theo một hướng nhất định, ưu tiên duy trì hướng chuyển động này. Do đó, chuyển động quay “làm cân bằng” viên đạn trong khi bay. Và đúng vậy, nó còn làm giảm tác dụng của không khí xung quanh lên nó (tức là sức cản của không khí). Do vậy, đạn cầu Minié chuẩn xác hơn nhiều và có tầm xa lớn hơn.

Điều quan trọng nên lưu ý là tác dụng moment lực lên một vật không quay tròn cấp cho nó một gia tốc góc, trong đó đơn vị của gia tốc góc là radian/s^2 . Và một lần nữa, mối liên hệ giữa gia tốc thẳng và gia tốc góc được cho bởi công thức $\alpha = a/r$, trong đó α là gia tốc góc và a là gia tốc thẳng. Cuối cùng, theo kiểu giống vậy, chúng ta có động lượng thẳng, chúng ta còn có moment động lượng, và nguyên lý bảo toàn: *tổng moment động lượng của một hệ cô lập giữ nguyên không đổi*.

Với một súng trường có bốn đến tám vòng xoắn ốc ở phần trong nòng của nó, mỗi viên đạn Minié sẽ vọt ra với chuyển động quay lên tới hai mươi nghìn vòng trên giây, đem lại cho sự ổn định cực kì trong khi bay so với một viên đạn cầu không quay tròn dùng trong súng hỏa mai.

MỘT CUỘC CÁCH MẠNG VỀ SÚNG TRƯỜNG VÀ ĐẠI BÁC

Như đã nói ở phần trước, súng trường nòng nhẵn không hiệu nghiệm ở những tầm bắn trên một trăm yard, và ngay cả ở một trăm yard nó cũng không chuẩn xác lắm. Các tuyến lính bộ với súng nòng nhẵn có thể sắp tới nhau trong cự li khoảng một trăm yard và chẳng lo ngại chuyện bị bắn trúng. Và ngay cả sau khi việc xẻ rãnh lần đầu tiên được áp dụng, thì vẫn có ít súng xẻ rãnh dùng trong chiến tranh. Chúng nạp đạn quá chậm, và nòng của chúng bị bịt kín khá dễ dàng bởi thuốc súng còn dư. Súng trường xẻ rãnh thật ra đã có

mặt trước thời Nội Chiến, song chúng chủ yếu được sử dụng bởi những người lính biên cương như Daniel Boone, trong đó tốc độ nạp đạn không quan trọng lắm. Tuy nhiên, vào năm 1750, súng xẻ rãnh Kentucky nổi tiếng được sản xuất, và nó được sử dụng bởi nhiều người lính biên phòng có tiếng. Nó khá chuẩn xác; lính biên phòng có thể dễ dàng bắn trúng con gà tây ở cự li hai trăm yard. Hơn nữa, súng xẻ rãnh Kentucky đã được người Mỹ sử dụng trong Chiến tranh Cách mạng; thật vậy, nó đã gây kinh hoàng cho kị binh Anh vì các tay thiện xạ Mỹ với khẩu Kentucky trong tay có thể bắn hạ ngựa dưới chân lính kị từ xa bốn trăm yard. Thật vậy, người Anh đã phải nhanh chóng chế tạo một khẩu súng để đối đầu; và họ đã làm được – nó được gọi là súng trường Ferguson.

Cùng với những phát triển mới trên – đặc biệt, đạn cầu Minié – đã xuất hiện một vài khẩu súng trường mới và sát thương hơn nhiều. Thoạt đầu súng xẻ rãnh vẫn được nạp đạn bịt miệng; tuy nhiên, chúng gây sát thương hơn nhiều so với súng trường nòng nhẵn. Các khẩu súng xẻ rãnh chính của phe Liên Minh là súng trường Springfield khẩu độ .58 và một kiểu súng xẻ rãnh khẩu độ .69 tại Harpers Ferry gọi là súng xẻ rãnh Harpers Ferry (khẩu độ ám chỉ kích cỡ bên trong của nòng súng). Cả hai đều nạp đạn bịt miệng. Quân liên minh sử dụng súng xẻ rãnh nhập khẩu từ Anh – chủ yếu là British Enfield khẩu độ .557. Một tay thiện xạ có thể bắn trúng mục tiêu từ xa một dặm với những khẩu súng này, và dù là một người lính bình thường cũng có thể bắn trúng mục tiêu ở cự li 250 yard.⁵

Mặc dù Springfield và British Enfield là súng xẻ rãnh chính trong Nội Chiến, song nhiều kiểu súng khác cũng xuất hiện vào cuối cuộc chiến. Christopher Spencer ở Connecticut phát minh ra một kiểu súng xẻ rãnh vào năm 1860 có thể nạp đạn với bảy hộp đạn trong một phần rỗng trong báng súng và có một cái cò để mở khóa nòng. Nó là một trong những khẩu liên thanh đầu tiên. Nó được gọi là súng trường Spencer. Mặc dù nhiều người biết đến nó, song nó ít được dùng trong cuộc chiến.

Một khẩu liên thanh khác là súng trường Henry khẩu độ .44, nó mang mười lăm hộp đạn. Cả khẩu Henry lẫn Spencer đều là súng carbine, nghĩa là

chúng có nòng ngắn hơn súng trường bình thường. Súng carbine nhẹ hơn do nòng của nó ngắn hơn; bởi lẽ đó, nó được kị binh ưa ái vì người lính ngồi trên lưng ngựa khó xoay sở với súng trường nòng dài. Hạn chế của nòng ngắn là súng carbine thường kém chuẩn xác hơn và kém công lực hơn so với các súng xẻ rãnh to hơn. Tuy nhiên, nhiều người ưa thích chúng bởi trọng lượng nhẹ và khả năng cơ động của chúng. Chúng đặc biệt hoạt động tốt ở những khu vực có nhiều cây cối, nơi tầm xa là chẳng quan trọng.

Một trong những khẩu súng xẻ rãnh thú vị nhất của thời kì này là Sharps, được phát minh bởi Christian Sharps vào năm 1848. Thế nhưng một lần nữa, nó chỉ được sử dụng hạn chế trong cuộc chiến, bởi các tay thiện xạ hay lính bắn tỉa. Một trong những trở ngại chính là nó khá đắt tiền – gấp ba lần chi phí của khẩu Springfield. Súng Sharps thu hút rất nhiều sự chú ý sau bộ phim *Quigley Down Under* vào năm 1990, trong đó Matt Quigley (nhân vật do Tom Selleck thủ vai) có một khẩu Sharps với nòng cực dài (dài hơn bốn inch so với nòng chuẩn ba mươi inch) bắn cực kì chuẩn xác ở cự li xa. Trong bộ phim, Quigley đã khiến mọi người bất ngờ với khả năng bắn trúng mục tiêu ở những khoảng cách cực kì lớn.

Cũng nên lưu ý rằng phần lớn súng xẻ rãnh độ dài chuẩn đều có các carbine ngắn hơn sử dụng đạn được giống như vậy, song chúng có tầm bắn ngắn hơn và không chuẩn xác bằng. Ngay cả khẩu Sharps rất chuẩn xác cũng có một mô hình carbine.

Tất nhiên, súng lục ổ quay cũng được sử dụng rộng khắp trong cuộc chiến, với colt .44 và .36 là thịnh hành nhất. Súng lục ổ quay LeMat của Pháp được sử dụng bởi các viên chức Liên Minh. Ngoài ra, lưỡi lê, giáo mác, kiếm lưỡi cong, và các loại kiếm đa dạng cũng được sử dụng, song trên thực tế chúng gây ít thương vong.

Món vũ khí khác được sử dụng rộng khắp là đại bác. Cả đại bác nòng nhẵn và nòng xẻ rãnh đều tham chiến. Và một lần nữa, chính đại bác nòng xẻ rãnh mới chuẩn xác nhất. Đạn pháo được chọn bởi trọng lượng của chúng, từ

mười hai pound cho đến chín mươi pound và nặng hơn. Như trong trường hợp súng xẻ rãnh, đại bác có thể được nạp đạn khóa nòng hoặc nạp đạn bịt miệng. Ba loại pháo binh chủ yếu là đại bác, nó bắn ra đạn pháo đi theo một quỹ đạo tương đối phẳng; súng cối, bắn đạn pháo vào một quỹ đạo cao, uốn vòng cung; và súng bắn đạn trái phá, đạn bắn ra của nó lưng chừng giữa hai quỹ đạo trên. Một trong những khẩu đại bác nổi tiếng nhất là một khẩu nòng nhẵn tên gọi là “Napoleon”. Nó được sử dụng bởi quân Liên Minh lẫn quân Liên Bang. Nó tương đối nhẹ và linh động, và nó có tầm bắn chừng một trăm bảy mươi yard. Chúng thường được dùng để bắn ra đạn hộp và đạn chùm, cả hai đều gây thương vong cao cho quân tấn công. Đạn hộp chứa khoảng tám mươi lăm quả cầu sắt, và chúng nhanh chóng rải ngay sau khi bắn, vương vãi các quả cầu trên trận mạc, gây số lượng lớn thương vong. Nói chung, chúng giống như một khẩu súng săn khổng lồ bị cưa ngắn.

CUỘC NỘI CHIẾN

Không phe bên nào muốn cuộc chiến kéo dài hơn sáu tháng, và chẳng ai trông đợi sự tàn bạo và số lượng cao thương vong mà nó gây ra. Vào cuối cuộc chiến, trên bảy trăm nghìn binh lính thiệt mạng, cùng với số lượng lớn thường dân.

Nội Chiến Hoa Kỳ nổ ra không bao lâu sau khi Abraham Lincoln đắc cử tổng thống vào năm 1860. Lincoln phản đối chế độ nô lệ, và một số bang miền Nam e ngại rằng ông sẽ cấm chế độ nô lệ. Vì thế, vào năm 1861, một vài bang có sử dụng nô lệ đã rút khỏi liên bang và thành lập chính phủ riêng của họ: Liên minh Các bang Hoa Kỳ. Washington không công nhận sự li khai đó, và Lincoln quyết tâm sát nhập các bang lại.⁶

Chiến sự nổ ra khi phe Liên Minh bắt đầu nã pháo vào Pháo đài Sumter, một đơn vị đồn trú ở giữa hải cảng Charleston, South Carolina. Sau thiệt hại nặng nề, cuối cùng pháo đài cũng đầu hàng vào ngày 13 tháng Tư 1861. Lincoln bị mất mặt; ông lập tức kêu gọi người tình nguyện nhập ngũ Quân đội

Liên Bang. Chẳng mấy chốc thêm bốn bang nữa gia nhập phe Liên Minh. Trong một khoảng thời gian ngắn, quân đội của cả hai phía có khoảng một trăm nghìn người, song phần lớn họ chưa qua huấn luyện.

Trong bốn năm tiếp theo đã diễn ra 237 trận đánh cùng với nhiều cuộc giao tranh nhỏ. Và cuộc chiến ngày càng khốc liệt khi số người chết tăng chất chồng. Một trong những nguyên nhân chính gây ra số thương vong khổng lồ là những chiến thuật được sử dụng bởi các vị tướng của cả hai phe. Các chiến thuật Napoleon đã ăn sâu vào các viên chức tại West Point, và chúng vẫn được sử dụng rộng rãi trong phần lớn cuộc chiến. Như chúng ta đã thấy ở phần trước, trong các cuộc chiến tranh thời Napoleon, binh lính xếp hàng dàn trận tiến về phía nhau với súng hỏa mai của họ. Họ thường bắn đạn khi ở cự li khoảng một trăm yard; ở khoảng cách này đạn của họ vừa vọt bay tới quân địch, mỗi viên đạn bắn trúng bất kì ai. Mệnh lệnh thông thường là, “Sẵn sàng... Bắn!” thay vì “Sẵn sàng... Nhắm... Bắn!” Mục tiêu của họ là tạo ra một cơn mưa đạn về phía quân địch, hi vọng một số viên đạn sẽ gây ra tổn thất cho phe bên kia. Một khi các khẩu hỏa mai nạp đạn chậm, một lần bắn của họ hết đạn, những người lính sẽ chạy về phía nhau cùng với lưỡi lê để đánh giáp lá cà. Vấn đề với chiến thuật này là kể từ thời Napoleon, súng xẻ rãnh và đại bác đã trở nên sát thương hơn nhiều và có tầm bắn xa hơn nhiều. Binh lính bây giờ có thể chọn mục tiêu và nả vào họ từ cự li hai trăm yard. Vì thế, những cuộc tấn công trực diện theo kiểu vừa mô tả trở nên gần như là tự sát. Tuy nhiên, một người lính sẽ nhanh chóng bị xem là nhát gan nếu anh ta cố né tránh thay vì chĩa thẳng về hướng các khẩu súng của quân địch. Bởi lẽ đó, binh lính cứ “đổ xuống” khi họ tiến về phía quân địch. Mãi cho đến gần cuối cuộc chiến, các vị tướng mới chịu từ bỏ chiến thuật này.

Lúc đầu cuộc chiến, Tổng thống Lincoln hạ lệnh phong tỏa hải quân miền Nam nhằm ngăn chặn mọi cuộc mậu dịch, đặc biệt là việc nhập khẩu vũ khí từ Anh và Pháp. Và lệnh phong tỏa ấy, thật sự, khá hiệu quả, chủ yếu bởi vì Liên Bang có hải quân tốt hơn nhiều so với miền Nam. Một trong những thứ quan trọng mà nó chặn được là việc xuất khẩu cotton, nguồn xuất khẩu chính

của miền Nam, chiếm tỉ trọng lớn trong nền kinh tế miền Nam. Lúc đầu cuộc chiến, phe Liên Minh, dưới sự chỉ huy của Đại tướng Robert E. Lee, thắng được một vài trận quan trọng. Nhưng vào mùa hè năm 1862 phe Liên Bang đã diệt nhiều đội quân Liên Minh ở phía Tây, và làm tan rã nghiêm trọng các lực lượng hải quân Liên Minh trên Sông Mississippi. Rồi đến Trận Gettysburg vào năm 1863. Lee thúc quân của ông lên phía bắc với hi vọng về một chiến thắng có tính quyết định sẽ hạ gục phe Liên Bang. Ông có xấp xỉ bảy mươi hai nghìn quân; đương đầu với ông là lực lượng Liên Bang gồm chín mươi tư nghìn quân dưới quyền chỉ huy của Đại tướng George Maede.

Chiến sự nổ ra vào hôm 1 tháng Bảy ở vùng ngoại ô thị trấn nhỏ Gettysburg. Quân Liên Bang bị quân Lee tập kích, buộc họ lui về Cemetery Ridge ở phía nam thị trấn. Vào ngày thứ hai, hai quân lực lại sẵn sàng chinh phạt, với quân Liên Bang nằm ở thế phòng ngự. Vào cuối buổi chiều, quân Lee đánh vào một vài điểm trên tuyến phòng thủ kéo dài và gần như thành công trong việc chọc thủng. Lee bấy giờ thật cam chắc; quân của ông đã gây thiệt hại đáng kể cho tuyến phòng thủ Liên Bang, và ông chắc chắn đã chiến thắng trong tầm tay. Vào ngày 3 tháng Bảy, ông bắt đầu cho pháo binh tấn công với 135 khẩu đại bác, nhiều đạn pháo mười hai pound được bắn ra, và nhiều khẩu nhả đạn hộp gieo rắc lên quân địch những quả cầu chì. Ngoài ra, ông có các quả đạn pháo mười hai pound được ém đầy thuốc súng sẽ phát nổ trên đầu quân địch, ném vào họ những mảnh vỡ sắt từ vỏ đạn. Kế hoạch của Lee là vô hiệu hóa càng nhiều khẩu súng Liên Bang càng tốt, cùng với binh lính nữa. Ông biết rằng cần phải tàn phá và làm mất tinh thần quân Liên Bang trước khi ông có thể tấn công.⁷

Chẳng mấy chốc, hàng trăm quả đạn pháo được bắn ra từ 135 khẩu đại bác Liên Minh, và trong một thời gian ngắn một lượng đại bác Liên Bang bằng như thế cũng nhập cuộc. Tiếng ầm ầm đinh tai nhức óc, song còn tệ hơn nữa là khói từ hai hàng đại bác phả ra. Toàn bộ khu vực nhanh chóng bị bao phủ trong một màn khói xám xịt, hăng hắc, làm cay sè đôi mắt của binh lính. Việc bắn phá tiếp tục trong hàng giờ, và trước sự thất vọng của Lee, việc bắn trả

của Liên Bang không hề dừng lại hoặc giảm sút. Tuy nhiên, vào lúc giữa trưa Lee quyết định tiếp tục cho tấn công. Chuẩn tướng Pickett phụ trách vụ tấn công; 12.500 quân Liên Minh xếp thành hàng cho sau này gọi là cái giá phải trả của Pickett. Binh lính Liên Minh được trang bị súng Enfield, còn lính Liên Bang mang súng Springfield. Một số lính còn có những khẩu Sharps cực kì chuẩn xác. Súng xẻ rãnh của cả hai phe đều dùng đạn cầu Minié có tầm xa ít nhất một phần tư dặm. Khi quân Liên Minh tiến lên trên một vùng đồng trống, lính Liên Bang đang chờ sẵn họ từ phía sau một bức tường đá thấp. Họ để quân Liên Minh di chuyển càng lúc càng gần. Cuối cùng, quân Liên Bang ủa ra, đồng thời các khẩu đại bác Liên Bang bắt đầu nhả đạn hộp và đạn pháo nổ phía trên đầu họ. Một số đạn pháo này tiêu diệt hai lính cùng một lúc, và các khẩu Springfield cũng sát thương không kém.

Lạ thay, quân Liên Minh không tan rã, mà cứ tiến tới. Cuộc tàn sát tiếp diễn khi họ tiến tới, và lúc họ đi tới hàng ngũ quân Liên Bang, gần một nửa trong số họ – gần sáu nghìn – đã bị tiêu diệt. Một trận chiến giáp lá cà diễn ra, nhưng chẳng kéo dài bao lâu. Trong vòng hai mươi phút, quân Liên Minh rút lui, để lại chiến trường ngổn ngang xác chết.

Đêm hôm đó trời đổ mưa, và chiến trường trở thành một bãi lầy lội. Chẳng ai còn tinh thần để chiến đấu tiếp. Chứng kiến sự thiệt hại của quân mình, cuối cùng Lee quyết định lui binh. Tính chung, mỗi bên chịu con số thương vong rất lớn – lớn nhất thời Nội Chiến: hai mươi ba nghìn ở phe Liên Bang, và khoảng con số như vậy ở phe Liên Minh.

Chiến tranh tiếp diễn trong hai năm nữa sau trận đánh tại Gettysburg, nhưng thế chủ động bây giờ nằm ở phe Liên Bang. Vào năm 1864, Tổng thống Lincoln phê chuẩn Đại tướng Ulysses Grant làm thống soái của toàn quân Liên Bang, và cuộc chiến “hạn chế” là hồi sinh Liên Bang đã trở thành “chiến tranh tổng lực” là triệt hạ miền Nam và chế độ nô lệ, và hồi phục Liên Bang. Miền Nam đã chiến đấu dũng cảm, song chịu hết thất bại này đến thất bại khác và cuối cùng bị dồn vào chân tường vào tháng Tư 1865.

VAI TRÒ CỦA ĐIỆN BÁO

Một trong những dụng cụ quan trọng nhất nảy sinh trực tiếp từ các khám phá vật lý học và được sử dụng rộng rãi trong Nội Chiến là điện báo. Nó là một hệ thống giao tiếp truyền tín hiệu điện trên dây dẫn từ nơi này đến nơi khác. Các tín hiệu này sau đó có thể được phiên dịch thành một thông điệp nào đó. Tổng thống Lincoln đã sử dụng dụng cụ điện báo rộng rãi trong suốt cuộc chiến để giữ liên lạc với các tướng lĩnh và các viên chức khác. Ông nhận thức rõ giá trị của điện báo và là vị tổng thống đầu tiên sử dụng nó để ra lệnh trực tiếp điều hành một cuộc chiến tranh.⁸

Gốc rễ của công nghệ mới này có từ năm 1823 khi nhà phát minh người Anh William Sturgeon (1783–1850) nghĩ ra nam châm điện đầu tiên. Faraday đã chỉ ra rằng khi một dòng điện chạy qua một cuộn dây dẫn (cái ngày nay chúng ta gọi là solenoid) thì nó tạo ra một từ trường. Sturgeon bắt đầu bằng cách lặp lại các thí nghiệm của Faraday, sau đó ông tiếp tục quấn dây xung quanh một thanh sắt; đặc biệt, ông quấn mười tám vòng dây đồng trần xung quanh nó và nhận thấy nó tạo ra một nam châm tương đối mạnh, mạnh đến mức, quả thật, nó có thể nâng bổng hai mươi lần trọng lượng sắt của nó. Và để có dòng điện, ông chỉ sử dụng một cục pin đơn giản.

Tin tức về khám phá mới lọt đến tai Joseph Henry (1797–1878) ở Mỹ, và ông quyết định làm thí nghiệm tương tự với các dây cách điện. Sturgeon giữ các dây quấn của ông cách điện với nhau để chúng không gây ra ngắn mạch. Song các dây dẫn của Henry là cách điện, nên đó không phải là vấn đề; do đó ông quấn chúng chồng lên nhau, và ông có thể sử dụng hàng trăm vòng. Vào năm 1831, ông tạo ra được một nam châm điện có thể nâng một tấn sắt. Sau đó ông cài nó vào một mạch điện và chứng minh được rằng nó có thể làm cho một tay đòn đập vào một cái chuông ở xa. Để thấy ông làm việc này như thế nào, ta hãy hình dung một mạch điện đơn giản trong đó có một nam châm điện. Giả sử có một cái khóa ở trong mạch mà ta có thể nhấn để đóng điện cho mạch, nhưng khi buông ra thì nó bị một lò xo làm bật trở lại để ngắt không cho dòng điện chạy. Khi nhấn cái khóa, nam châm điện trong mạch bị kích thích và

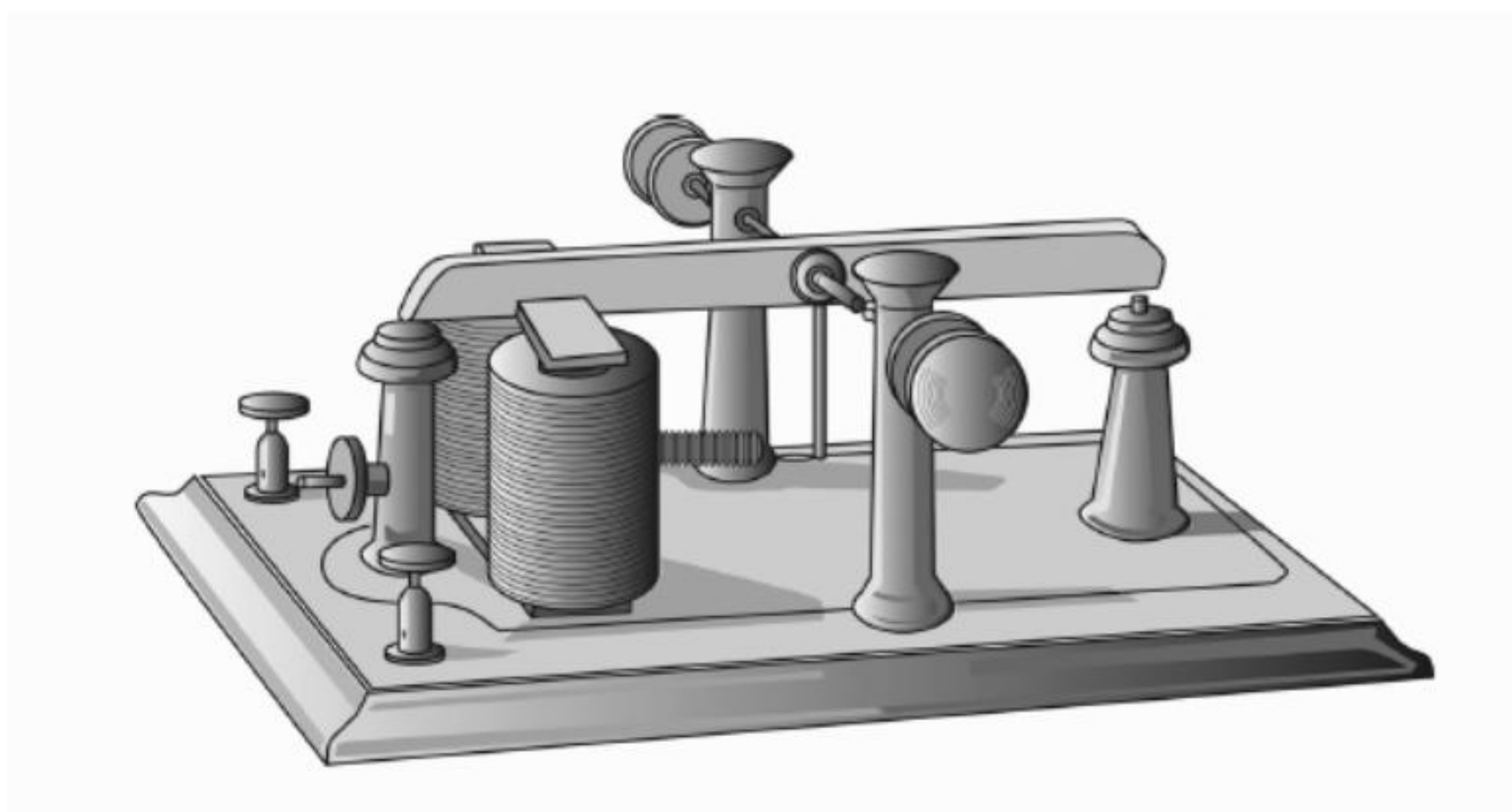
có thể hút một thỏi sắt ở gần bên. Một lần nữa, nếu thỏi sắt này là một phần của mạch điện, thì khi nó bị hút nó sẽ làm ngắt mạch. Hơn nữa, nếu có một cái chuông đặt kề bên, thì thỏi sắt có thể đập vào nó khi cái khóa bị nhấn.⁹

Bây giờ hãy xét trường hợp thỏi sắt không phải một bộ phận của mạch điện. Trong trường hợp này, nam châm điện hút thỏi sắt về phía nó và giữ ở đó. Nó chỉ nhả ra khi cái khóa được buông ra. Vì thế nếu bạn nhấn và buông cái khóa, thì thỏi sắt sẽ đóng tách tới lui theo kiểu mà bạn tác dụng lên cái khóa. Nếu nam châm điện ở cách cái khóa một khoảng nào đó, thì một “thông điệp” có thể được gửi đi từ cái khóa đến nam châm điện. Và cái đặc biệt quan trọng là thông điệp được truyền đi ở tốc độ của dòng điện chạy trong dây, nó gần bằng tốc độ ánh sáng.

Vào năm 1837, các nhà vật lí người Anh William Cooke và Charles Wheatstone đã đăng kí sáng chế một dụng cụ dựa trên ý tưởng này, và nó thường được xem là máy điện báo đầu tiên. Nhưng nó có những trục trặc. Một trong những vấn đề chính là dòng điện trong dây giảm khi chiều dài dây tăng do điện trở của dây. Vì thế mỗi thông điệp trong dụng cụ vừa nói không thể truyền đi xa lắm. Quả thật Cooke và Wheatstone đã phát minh một dụng cụ có ích, song chính Joseph Henry người Mỹ mới là người cải tiến dụng cụ trên và khiến điện báo đường dài trở nên khả thi.

Henry đã nghĩ ra cái ngày nay gọi là relay. Ông dùng một dây dẫn đủ ngắn cho dòng điện sơ cấp để tín hiệu vẫn có thể phát hiện được, cho dù là nó khá yếu. Bởi vậy, nam châm điện vẫn có thể hút một cái khóa nhẹ về phía nó. Tuy nhiên, nó phải được bố trí sao cho khi nó hút như vậy thì nó đóng một khe trống trong một mạch điện thứ cấp được cấp điện bởi một cục pin, và cục pin này tạo ra một dòng điện lớn trong mạch điện thứ cấp. Mạch điện này không dài lắm và có điện trở nhỏ, nên dòng điện mạnh hơn. Và đặc biệt, dòng điện thứ cấp này tạo ra “thông điệp” giống như cái đang chạy trong mạch sơ cấp, nhưng nó mạnh hơn nhiều. Trên thực tế, kĩ thuật này có thể áp dụng cho nhiều mạch điện nữa, vì thế bằng cách sử dụng các relay và pin cách nhau những khoảng thích hợp, bạn có thể gửi một thông điệp đi một quãng đường

đáng kể. Vào năm 1831, Henry đã gửi một thông điệp đi được quãng đường một dặm, và trong một khoảng thời gian ngắn quãng đường gửi được mở rộng đến nhiều dặm.



Một máy điện báo kiểu xưa

Thế nhưng vẫn còn vấn đề với bức thông điệp. Cần phải phiên dịch các tiếng lách cách đóng mở mạch điện. Samuel Morse (1791–1872) nhận thấy các tiếng lách cách đó có thể sắp xếp thành một chuỗi các dấu chấm và gạch và có thể gửi đi trên dây dẫn, và ông thiết lập một bộ mã, ngày nay gọi là mã Morse. Mỗi kí tự của bảng chữ cái được mã hóa thành một dãy ngắn các chấm và gạch (Chẳng hạn, chữ A là một chấm và một gạch, và B là một gạch và ba chấm). Và vào năm 1844, các dây dẫn đã được nối giữa Boston và thủ đô Washington, và một thông điệp đã được gửi đi thành công giữa hai thành phố. Bức thông điệp được gửi đi là “Những điều Chúa đã làm,” trích từ sách Kinh Thánh số 23:23.

Lúc đầu Nội Chiến, kĩ thuật điện báo đang trở thành một mốt truyền thông quan trọng xuyên nước Mỹ. Hệ thống điện báo xuyên lục địa đầu tiên, chạy từ California đến Washington, được hoàn thành vào tháng Mười 1861, cùng khoảng thời gian xảy ra cuộc chiến. Và như chúng ta đã thấy ở phần trước, Lincoln đã sử dụng điện báo một cách rộng rãi. Thật thú vị, ở ngay Nhà

Trắng không có máy điện báo nào, mà có một máy tại trụ sở Bộ Chiến tranh, ở kề bên, và Lincoln dành nhiều giờ lưu tại trụ sở ấy. Người ta ước tính ông đã gửi đi hơn một nghìn thông điệp cho các tướng lĩnh và viên chức khác trong suốt cuộc chiến.

DYNAMO (MÁY PHÁT ĐIỆN)

Nội Chiến nước Mỹ là cuộc chiến tranh đầu tiên trong đó dòng điện bắt đầu giữ một vai trò lớn ở nhiều phương diện. Và tác động của nó mở rộng hơn phạm vi của điện báo. Thoạt đầu, phần lớn dòng điện được tạo ra bằng pin, song pin bị hạn chế bởi công suất điện mà chúng có thể sinh ra. Và đối với các nhà xưởng và nhà máy, người ta cần công suất điện lớn. Quả thật, Nội Chiến chính là một trong những cuộc chiến tranh công nghiệp hóa đích thực đầu tiên. Vũ khí sản xuất hàng loạt, những con tàu hơi nước bọc sắt, các nhà xưởng lớn sản xuất nhu yếu phẩm đa dạng cho cuộc chiến, đường sắt, và vân vân, đều giữ vai trò quan trọng. Dòng điện có vai trò trung tâm đối với nhiều lĩnh vực trong số chúng, và vào lúc này, nhiều đặc tính và ứng dụng của nó vẫn chưa được hiểu hết. Hơn nữa, người ta vẫn chưa biết đến nguồn điện rẻ tiền nào.

Tuy nhiên, bước phát triển đầu tiên đã được thực thi. Faraday đã chứng minh sự cảm ứng điện từ vào năm 1831 khi ông chỉ rõ rằng sẽ có một dòng điện ngắn ngủi chạy qua khi ông di chuyển một nam châm trong một solenoid. Vấn đề là dòng điện ấy quá ngắn ngủi, và cho dù nam châm có chuyển động tới lui, thì chỉ có thể tạo ra một dòng điện thẳng giáng. Faraday quyết định khảo sát khả năng tạo ra một dòng điện hữu ích hơn. Để làm việc này, ông bố trí một đĩa đồng mỏng có thể quay trên một trục. Vành ngoài của đĩa này sẽ đi qua hai cực của một nam châm mạnh, và khi đĩa quay nó cắt qua các đường sức từ. Do đó sẽ gây ra trên đĩa một hiệu điện thế, hay điện áp. Điện áp là cao nhất ở gần vành đĩa, vì đó là nơi đĩa chuyển động nhanh nhất. Sau đó Faraday bố trí hai tiếp xúc trượt trên đĩa, với dây dẫn gắn với chúng, một gần vành đĩa

và một ở gần tâm. Nếu đặt một điện kế vào mạch điện, thì có một dòng điện chạy qua nó, và miễn là đĩa chuyển động, dòng điện đó chạy liên tục.¹⁰

Thế nhưng đĩa Faraday chỉ tạo ra một hiệu điện thế nhỏ vì nó chỉ chứa một đường dẫn dòng điện chạy qua nam châm. Chẳng mấy chốc người ta nhận thấy có thể tạo ra một điện áp cao hơn nhiều bằng cách gắn nhiều vòng vào một cuộn dây. Vào năm 1832, một nhà chế tạo thiết bị người Pháp, Hippolyte Pixii, đã cải tiến dụng cụ của Faraday. Ông sử dụng một nam châm vĩnh cửu có thể quay bằng một tay quay. Bố trí nam châm ấy sao cho hai cực của nó đi qua một miếng sắt bọc trong dây cách điện, Pixii nhận thấy nam châm đang quay tròn tạo ra một xung điện trong dây mỗi khi cực bắc hay cực nam đi qua cuộn dây. Song hai cực từ cảm ứng hai dòng điện theo chiều ngược nhau. Để khắc phục vấn đề này, để cả hai dòng điện cùng chiều với nhau, Pixii đặt một dụng cụ kim loại chia tách, gọi là bộ góp, lên trục quay này (với các lò xo gắn cho nó) và ấn đè lên nó.

Kết quả nói chung là một dòng điện liên tục, nhưng không phải dòng điện một chiều mà chúng ta biết ngày nay. Tuy nhiên, trong vòng vài ba năm, người ta đã tạo ra được dòng điện một chiều trơn mượt. Đây là dynamo đầu tiên, hay máy phát điện đơn giản – nói ngắn gọn, một dụng cụ tạo ra dòng điện từ chuyển động cơ học. Tuy nhiên, nó có nghĩa là bạn phải có thứ gì đó thúc lên dụng cụ để tạo ra chuyển động tròn. Động cơ hơi nước có thể được sử dụng cho mục đích này, hoặc nước ở dạng thác nước, hoặc chỉ cần dòng nước chảy. Điện năng, và do đó dòng điện, có thể được tạo ra nếu có sẵn một nguồn năng lượng cơ thích hợp bên ngoài. Dynamo là dụng cụ đầu tiên cho phép một lượng lớn điện năng được tạo ra, ví dụ như điện năng cần thiết cho một xưởng máy.

SÚNG GATLING

Lạ thay, một trong những “siêu vũ khí” tốt nhất của Nội Chiến lại ít có tác dụng. Súng Gatling được thiết kế bởi tiến sĩ Richard Gatling vào năm 1861

và đăng kí sáng chế vào tháng Mười Một 1862, thế nhưng quân đội thoát đầu ít quan tâm đến nó. Cũng lạ nữa là thực tế Gatling ghê tởm chiến tranh và hi vọng rằng vũ khí của ông sẽ khắc phục nhu cầu về số lượng lớn binh lính trên chiến trường. Hơn thế nữa, ông hi vọng nó sẽ cho thấy chiến tranh kinh khủng và ghê tởm như thế nào, từ đó có thể giúp các quốc gia suy nghĩ hai lần trước khi họ tham chiến.¹¹

Súng Gatling sử dụng nhiều nòng xoay để bắn hai trăm viên đạn mỗi phút. Các nòng súng, sáu nòng cả thảy, được gắn xung quanh một trục quay ở giữa, và toàn bộ cơ cấu có thể quay bằng một tay quay. Mỗi nòng bắn ra một lượt khi nó quay đến một điểm nhất định. Đạn bắn làm bằng các viên trụ thép chứa chất bột màu đen và một ngòi nổ. So với những nỗ lực khác nhằm tăng cường hỏa lực, đạn dùng trong súng Gatling được trọng lực nạp vào lỗ đạn từ một cái phễu phía trên súng. Sau khi mỗi viên đạn được bắn thì hộp đạn rỗng bật ra và một viên đạn mới được nạp vào. Một trong những vấn đề chính trong các nỗ lực lúc đầu với một khẩu súng như thế là tình trạng quá nóng của nòng súng. Trong trường hợp này, nòng súng được phép nguội đi khi nó xoay tròn; ngoài ra, trong những mẫu ra đời sớm nhất, người ta còn nhét thảm sợi ngâm nước vào giữa các nòng.

Gatling trình diễn vũ khí mới của ông trước quân đội Liên Bang vào tháng Mười Hai 1862, vài tháng trước Trận Gettysburg, song quân đội chậm thông qua nó, có lẽ thế là tốt nhất rồi, vì nó sẽ sớm trở thành một vũ khí giết người hàng loạt.

CHIẾN TRANH TRÊN BIỂN

Giữa lúc chiến tranh thịnh nộ trên đất liền, thì chiến sự cũng xảy ra ở hải phận quốc tế và trong các vịnh nhỏ dọc theo Vịnh Mexico, và lan tới những con sông lớn như Mississippi. Không bao lâu sau khi chiến tranh nổ ra, Lincoln hạ lệnh phong tỏa các cảng biển ở miền Nam, và thật vậy, đó là một động thái thông minh. Miền Nam có nguồn tài nguyên hạn chế và hi vọng được hỗ trợ,

hay ít nhất là chu cấp, từ châu Âu, và với tình trạng phong tỏa, họ chẳng nhận được gì nhiều. Việc phong tỏa đặc biệt hiệu nghiệm bởi vì hải quân, lúc ấy vốn hạn chế, vẫn trung thành với Liên Bang. Trên thực tế, vào lúc ấy, hải quân chỉ có những con tàu gỗ, chúng sớm trở thành mồi ngon cho hỏa lực đại bác thành ra chúng ít được sử dụng, trừ khi được bảo vệ bởi một “tàu bọc sắt”.

Khi súng ống ngày càng to thêm, điều ai cũng thấy được là những con tàu gỗ chẳng khác gì lũ vịt đang bơi tại chỗ. Phải làm cái gì đó mới được. Ban đầu người ta bọc sắt hoặc thép lên gỗ, song người ta sớm thấy rõ rằng tốt hơn là nên bọc toàn bộ con tàu bằng kim loại. Những con tàu như thế được gọi là tàu bọc sắt.

Lúc đầu, đa số tàu thuyền được cấp sức đẩy bằng một cái guồng khổng lồ, rồi cái guồng được cấp năng lượng bởi một động cơ hơi nước. Chỉ một quả đạn pháo được nhắm bắn tốt là con tàu sẽ ngừng hoạt động. Vì thế, các kĩ sư đang tìm cái gì đó tốt hơn để cấp sức đẩy, và cái ai cũng thấy là một loại dụng cụ kiểu “đai ốc”. Hàng thế kỉ trước đó Archimedes đã sử dụng một bộ đẩy giống đai ốc để nâng nước phục vụ tưới tiêu, và người Ai Cập từng sử dụng một sáng chế giống vậy trong nhiều năm để tưới tiêu đất đai của họ. Hơn nữa, Leonardo da Vinci từng sử dụng nguyên lí giống vậy trong thiết kế của ông cho một trục thẳng đơn giản. Rõ ràng nó có thể làm dịch chuyển nước và tác dụng một lực lên nước. Một trong những người đầu tiên đề xuất một dụng cụ như thế dùng làm sức đẩy một con tàu là James Watt, song lạ thay ít có bằng chứng cho thấy ông từng đề xuất dùng nó với động cơ hơi nước của ông.

Quả thật, những chân vịt “đai ốc” đầu tiên có hình thức của một cái đai ốc dài. Nhưng vào năm 1835 Francis Smith đã thực hiện một khám phá quan trọng. Ông đang làm thí nghiệm với các chân vịt đai ốc dài thì một miếng lớn của đai ốc bị vỡ. Trước sự bất ngờ của ông, phần chân vịt còn lại hoạt động có vẻ còn tốt hơn cả đai ốc dài. Đây là khởi đầu của chân vịt hiện đại, ngắn hơn, mà chúng ta biết ngày nay. Con người đã hoàn thiện thiết kế đó là kĩ sư John Ericsson người Thụy Điển. Vào năm 1836, ông gắn thêm những cánh quạt lớn hơn và làm cho nó hiệu quả hơn nhiều. Ông từng làm việc ở Anh trong một

thời gian ngắn rồi đến Mỹ, vài năm trước Nội Chiến, và tài năng sớm thu hút sự chú ý của viên sĩ quan hải quân Đại úy Robert Stockton. Stockton có nhiều hoài bão và ông quyết tâm hiện đại hóa hải quân với những con tàu hơi nước bọc thép và những khẩu súng lớn hơn nhiều. Với sự hỗ trợ của Ericsson, ông đã thiết kế và chế tạo một trong những con tàu chiến uy lực nhất thời ấy, đặt tên cho nó là Princeton, địa danh quê nhà của ông. Các khẩu súng trên tàu được bố trí thành tháp pháo, và hai khẩu lớn nhất có nòng mười hai inch bắn ra đạn pháo 212 pound. Ngoài ra, nó còn có mười hai khẩu bốn mươi hai pound, và nó được trang bị chân vịt mới của Ericsson.¹²

Vào năm 1844, con tàu được mang ra diễu hành trước Tổng thống Tyler và lượng lớn khán giả ở thủ đô Washington. Stockton, hăm hở phô trương các khẩu súng của ông, ra lệnh trình diễn. Khi bắn đến phát súng thứ ba thì khẩu súng lớn phát nổ, làm vương vãi các mảnh vỡ sắt lên đám đông tham dự. Thụ thương, thương hải quân, và một vài viên chức khác bị thiệt mạng. Quả là một cú sốc lớn đối với cả Stockton lẫn Ericsson, người đã hỗ trợ thiết kế.

Tuy nhiên, khi Nội Chiến nổ ra, Ericsson được Liên Bang thuê để thiết kế một tàu chiến mới và tốt hơn nữa. Khi hoàn tất, nó được gọi là USS Monitor. Nó được bọc sắt dày và dài 179 foot, được cấp nguồn bằng một động cơ hơi nước lái một chân vịt chín foot. Nó trông hơi lạ ở chỗ boong của nó chỉ cao hơn mặt nước mười tám inch, song điều này biến nó thành một mục tiêu cực kì khó xử đối với tàu địch.

Trong khi đó, hải quân Liên Minh cũng chế tạo một tàu bọc sắt, họ đặt tên cho nó là CSS Virginia; nó là niềm tự hào của miền Nam. Vào tháng Ba 1862, hai con tàu đụng độ nhau tại Hampton Roads, Virginia. Virginia tấn công đội tàu phong tỏa của Liên Bang tại Hampton Roads và phá hỏng hai chiến hạm nhỏ. Lúc đầu trận đánh, chiến hạm lớn Minnesota bị mắc cạn trong khi đang cố nhử Virginia. Nhưng trời sập tối trước khi Virginia có thể kết liễu Minnesota, vì thế đầu sớm hôm sau chiến sự trở lại, nhưng trong lúc đó hải quân Liên Bang đã đưa Monitor vào, và nó đang chực chờ Virginia. Hai con tàu bọc sắt nã đạn vào nhau với các khẩu súng của chúng nhưng chẳng mấy thiệt

hại, rồi Virginia cố húc vào Monitor, song động thái này cũng gây ít thiệt hại. Hai con tàu tiếp tục đánh nhau trong hàng giờ liền, nhưng cuối cùng hòa nhau. Tuy nhiên, Monitor đã chặn được Virginia phá hủy Minnesota cùng một vài tàu khác.

Hài lòng với màn trình diễn của Monitor, Liên Bang sớm xây dựng cả một hạm đội tàu theo mô hình của nó. Họ còn xây dựng một hạm đội gồm những con tàu bọc sắt nhỏ hơn gọi là hạng “City”, chúng được sử dụng ở phía tây – các vịnh nhỏ thuộc Vịnh Mexico và những con sông lớn như Mississippi.

Hải quân Liên minh cũng chế tạo một vài con tàu nhỏ hơn, song cái sớm thấy rõ là chúng không thể bắt kịp hải quân Liên Bang, và chẳng được mấy tích sự trên mặt nước để ngăn chặn tình trạng phong tỏa.

CƠ SỞ VẬT LÝ CỦA CHÂN VỊT

Các chân vịt thời ấy có hai hoặc ba cánh quạt gắn với một trục quay. Khi chân vịt quay, nó truyền năng lượng sang con tàu bằng cách biến đổi chuyển động quay thành lực đẩy về phía trước. Về cơ bản, một chênh lệch áp suất được tạo ra ở hai phía đối diện của cánh quạt, với áp suất ở mặt sau lớn hơn ở mặt trước, và chênh lệch này đẩy con tàu về phía trước. Trên thực tế, các cánh quạt truyền động lượng sang nước, điều này tạo ra một lực đẩy lên con tàu.

Các chân vịt có thể quay theo chiều kim đồng hồ hoặc ngược lại, tùy theo thiết kế các cánh quạt. Lực tác dụng lên cánh quạt phụ thuộc vào diện tích của nó (A), khối lượng riêng của chất lỏng (ρ), vận tốc (v), và góc giữa cánh quạt và dòng chất lỏng (α).

Một cách nhìn vào chân vịt là so sánh nó với đai ốc. Bạn biết rằng để vặn nó vào tường, bạn tác dụng một moment lực lên đầu đai ốc. Đường ren xoắn ốc của đai ốc biến moment lực này thành một lực “đẩy” đưa đai ốc tiến vào trong tường.

Về cơ bản, chân vịt là một máy cơ làm con tàu chuyển động trong nước khi nó quay. Các máy cơ, như ta đã thấy ở phần trước, là các dụng cụ nhân lực lên hoặc biến đổi lực. Vì thế chân vịt là một máy cơ đưa con tàu về phía trước bằng cách đẩy nước về phía sau, trong đó lực tác dụng lên nước chuyển động ra phía sau bằng với lực tác dụng lên con tàu chuyển động về phía trước, theo định luật Newton thứ ba. Đồng thời, vì lực là kết quả của một biến thiên chuyển động, nên chân vịt cấp cho con tàu động lượng về phía trước bằng cách truyền cho nước động lượng về phía sau.

“BÀ MẸ LŨ NGƯ LÔI”

Khi hải quân Liên Minh cuối cùng nhận thấy họ không địch nổi hải quân Liên Bang, họ quyết định đấu tranh với lệnh cấm vận bằng những cách khác. Và hai trong những thứ hiệu quả nhất mà họ sử dụng là ngư lôi và tàu ngầm. Thật vậy, Liên Minh đã đánh chìm hai mươi hai con tàu Liên Bang và phá hỏng mười hai chiếc khác bằng ngư lôi, đồng thời chỉ tổn thất có sáu tàu do hải quân Liên Bang đáp trả. Tuy nhiên, “các ngư lôi” này không phải là cái chúng ta thường nghĩ là ngư lôi, mặc dù lúc ấy chúng được gọi bằng cái tên như thế. Chúng là cái ngày nay có thể chúng ta gọi là “thủy lôi”.

Có hai loại ngư lôi được sử dụng rộng rãi: ngư lôi trụ, trong đó một dụng cụ nổ được gắn vào đầu cuối của một cột trụ dài (dài tới ba mươi foot). Nó thường được gắn tại đầu mũi của con tàu tấn công. Khi bị tàu địch cản lại thì nó phát nổ. Vấn đề duy nhất là nó thường gây thiệt hại đáng kể cho con tàu mang nó. Các ngư lôi còn được kéo trên những sợi dây dài hoặc thành hàng phía sau con tàu, thường hợp góc khoảng bốn mươi lăm độ. Sử dụng một vận động thích hợp, chúng cũng có thể được bắn về phía tàu địch. Và, tất nhiên, nhiều “ngư lôi” chỉ cần bố trí trong nước. Chúng có thể được kích nổ bằng điện bởi một người điều khiển trên bờ biển hoặc bởi một loại kíp nổ nào đó.

Một trong những trận đánh nổi tiếng nhất trong đó các ngư lôi giữ vai trò quan trọng là Trận Vịnh Mobile, Alabama. Nó diễn ra vào tháng Tám 1864.

Ở phe Liên Minh, tuần tra bảo vệ vịnh là Đô đốc Franklin Buchanan, một tướng kì cựu đã tham gia không biết bao nhiêu trận đánh trên biển. Tàu đô đốc của ông, Tennessee, là một chiếc bọc sắt theo kiểu Virginia. Bên ngoài vịnh là đô đốc Liên Bang David Farragut, ông có bốn chiếc bọc sắt theo kiểu Monitor, cùng với một vài tàu gỗ. Và ông đối mặt không gì hơn ngoài chiếc Tennessee và một vài tàu bọc sắt nhỏ hơn. Hai pháo đài đang bảo vệ lối vào vịnh: Pháo đài Morgan, với một vài khẩu súng lớn, và Pháo đài Gaines. Thế nhưng mối lo lớn nhất với Farragut là “các thủy lôi” đang trôi nổi trên khắp vịnh. Cách duy nhất vượt qua chúng là một lối hẹp ngay bên dưới các khẩu súng của Pháo đài Morgan.¹³

Farragut lên kế hoạch tấn công, bố trí hai đội hình tàu. Một đội, sẽ đi qua gần Pháo đài Morgan, gồm bốn tàu bọc sắt được bảo vệ tốt tương tự chiếc Monitor. Đội thứ hai gồm bốn tàu chiến bằng gỗ, được buộc lại với nhau cho an toàn. Nếu một con tàu trúng đạn, thì nó khó chìm hơn. Farragut ở trong đội thứ hai này, trên chiếc Hartford; phía trước ông là chiếc Brooklyn. Vào ngày 5 tháng Tám, đội tàu của Farragut áp sát vịnh, và khi chúng tiến vào, các khẩu súng tại Pháo đài Morgan bắt đầu nả vào chúng. Các tàu Liên Bang bắt đầu bắn trả, nhưng Farragut không muốn đánh dây dưa; ông muốn tiến vào trong vịnh.

Khi hai đội hình áp sát cửa vịnh, thuyền trưởng của chiếc tàu bọc sắt đi đầu, chiếc Tecumseh, phát hiện chiếc Tennessee của Buchanan. Nó là mối đe dọa chính đối với đội hình tàu chiến gỗ. Nhưng khi ông tiến tới chặn hòng nó, ông đã ép những chiếc tàu gỗ vào bãi ngư lôi. Khi thuyền trưởng chiếc Brooklyn nhìn thấy các thủy lôi phía trước, ông ra lệnh cho tàu dừng lại. Thế nhưng ngay phía sau ông là Farragut trên chiếc Hartford. Bực mình, Farragut gửi thông điệp (cờ hiệu) cho thuyền trưởng chiếc Brooklyn tiếp tục tiến lên. Tình thế trở nên lộn xộn, khi cả hai con tàu đều trong tầm hỏa lực nặng nề. Thành linh một vụ nổ làm rung chuyển cả hai con tàu. Chiếc bọc sắt dẫn đầu, Tecumseh, trúng một quả thủy lôi, và trong vòng vài giây nó chìm xuống đáy vịnh.

Tình hình tiếp tục lộn xộn, khi chiếc Brooklyn lại dừng đột ngột. Có vẻ như toàn bộ đội tàu sắp đâm sầm vào nhau. Farragut hạ lệnh cắt hàng, và ông rút ra và bắt đầu chạy qua mặt Brooklyn. Thuyền trưởng chiếc Brooklyn hét vào ông, “Có ngư lôi ngay phía trước,” Farragut đáp, “Bà mẹ lũ ngư lôi... cứ hết tốc độ thẳng tiến!” (một cụm từ đã trở thành huyền thoại). Như Hartford tiến lên trước, nó dính vài quả thủy lôi, nhưng không sao. Chẳng quả thủy lôi nào nổ hết.

Trong khi đó, Buchanan ở trên tàu Tennessee ngạc nhiên quan sát khi toàn bộ đội tàu Liên Bang an toàn đi vào vịnh. Ông ra lệnh Tennessee chạy thẳng về phía Hartford, chiếc bây giờ đang dẫn đầu các tàu Liên Bang. Ông dự định đâm vào nó, nhưng chiếc Tennessee quá lớn và chậm, và Hartford dễ dàng tránh được khi súng từ hai tàu nả vào nhau. Sau đó Tennessee tiến hành chạy về phía vài tàu khác, hi vọng đâm chúng, song nó chẳng gây thiệt hại gì đáng kể, thành ra Buchanan bỏ cuộc và lùi về Pháo đài Morgan.

Thế nhưng trận đánh còn lâu mới kết thúc. Sau khi kiểm tra thiệt hại của tàu mình, Buchanan hạ lệnh cho nó ra biển lần nữa. Và một lần nữa hai con tàu – Hartford (tốc độ mười knot) và Tennessee (tốc độ bốn knot) – tiến thẳng về phía nhau. Trông như thể chúng sắp đâm vào nhau khi mà, ở thời khắc cuối cùng, Tennessee trở xoay qua một chút. Khi chúng lướt qua nhau trong cự li gần, thủy thủ trên cả hai tàu nã đạn vào nhau bằng súng trường và súng lục.

Tuy nhiên, một khi Tennessee vượt qua Hartford, nó bị bao vây bởi các tàu chiến Liên Bang, tất cả đều tập trung hỏa lực vào nó. Và với cự li tiếp cận quá gần, chúng thật sự gây thiệt hại nặng nề. Hơn nữa, cửa súng của một trong các khẩu pháo của Tennessee bị kẹt, và một số khẩu súng khác của nó không bắt lửa. Thế rồi một trong các quả đạn pháo làm thổi thiết bị lái của Tennessee, và nó không còn điều khiển được nữa. Cuối cùng, bản thân Buchanan bị quật bởi các mảnh vỡ bay tứ tung. Ông chẳng làm được gì hơn ngoài việc đầu hàng, và ông đã đầu hàng.

TÀU NGẦM

Những tàu ngầm đầu tiên cũng đi vào hoạt động trong thời Nội Chiến. Thật ra, chiếc tàu ngầm đầu tiên đã được chế tạo nhiều năm rồi trước cuộc chiến, vào năm 1776 ở nước Anh. Nó là cỗ máy một người, điều khiển bằng tay. Và nhà phát minh Mĩ Robert Fulton đã đóng một tàu ngầm cho hải quân Pháp.

Như ta đã thấy ở phần trước, phe Liên Minh sớm nhận ra họ thua sút trầm trọng trên mặt nước, thế nên phần nhiều nỗ lực của họ là tiến vào vùng bên dưới mặt nước – đặc biệt, họ dùng tàu ngầm. Vào năm 1862, họ cho đóng vài chiếc tàu ngầm đầu tiên, toàn bộ chúng đều được gọi tên là “David”. (Tên gọi ấy rõ ràng khởi xuất từ câu chuyện trong Kinh thánh về chàng David thách thức gã khổng lồ Goliath.) Nó được lái bằng hơi nước, và, bởi thế, nó cần một ống khói, và vì cả ống khói và ống thở đều phải xuyên lên mặt nước, nên nó khá hạn chế. Vũ khí chính của nó là một ngư lôi cột gắn ở mũi tàu.¹⁴

Trong vòng một thời gian ngắn, Horace Hurley và hai đối tác hạ thủy chiếc Pioneer, và vào năm 1862 họ hạ thủy Pioneer II. Lúc này họ đang thực nghiệm với động cơ điện, nhưng động cơ điện chỉ được sản xuất ở miền Bắc. Họ cố buôn lậu một số động cơ nhưng không thành công. Năm sau đó, chiếc Hurley lớn hơn nhiều được chế tạo (nó mang tên của nhà chế tạo). Nó dài bốn mươi foot và có đường kính chừng bốn foot, và nó có thủy thủ đoàn tám người quay một chân vịt điều khiển bằng tay. Tay quay được sử dụng rõ ràng nhằm giữ cho cỗ máy càng yên ắng và càng khó phát hiện càng tốt. Hurley có một ngư lôi cột, và có bằng chứng rằng nó đã được sử dụng vài lần trong các trận đánh, và rõ ràng một số thủy thủ đã thiệt mạng khi nỗ lực thực thi nhiệm vụ. Tuy nhiên, nó là chiếc tàu ngầm duy nhất đánh chìm được một tàu bọc sắt trong cuộc chiến. Vào năm 1864, nó đánh chìm tàu tuần tra Housatonic của Liên Bang. Tiếc thay, nó không sống sót sau vụ tấn công và không bao giờ được nhìn thấy lần nữa. Tuy nhiên, vào năm 1995, tàn tích của nó đã được tìm thấy ở ngoài khơi South Carolina, và nó được trục vớt vào năm 2000. Có một

số bằng chứng rằng nó chỉ ở cách Housatonic hai mươi foot khi phát nổ, và có khả năng chấn động ấy đã vô hiệu hóa nó.

Liên Bang chẳng mấy hăng hái trong việc sản xuất tàu ngầm, song họ có đóng một chiếc họ gọi là Cá voi Thông minh, nhưng nó chưa từng tham chiến. Thật thú vị, một vài nhà đầu tư tư nhân ở miền Bắc lẫn miền Nam cũng nỗ lực đóng tàu ngầm, song phần lớn chúng ít được biết tới. Tính chung có lẽ có hai mươi tàu ngầm được chế tạo vào thời Nội Chiến, với phần lớn chúng không hoạt động thực địa. Nhưng việc thực nghiệm và cách tân với chúng sớm đưa tới các tàu ngầm tốt hơn nhiều. Đặc biệt, nút không khí, bình ballast khí nén, động cơ điện, kính tiềm vọng, và hệ thống lọc không khí đã được phát triển.

KHÍ CẦU

Khí cầu không khí nóng và khí cầu bơm đầy hydrogen được cả hai phe Liên Bang và Liên Minh sử dụng để trinh thám trong cuộc chiến. Nhưng chúng được sử dụng rộng rãi và hiệu quả hơn bởi quân Liên Bang. Vào năm 1861, Lincoln ra lệnh thành lập một đội quân khinh khí cầu với Thaddeus Love chỉ huy. Và thật vậy, trong vài trận đánh thông tin thu được từ việc sử dụng khí cầu có giá trị đáng kể. Trong Chiến dịch Bảy Ngày năm 1862, chẳng hạn, các khí cầu Liên Bang lập trạm cách Richmond bảy dặm đã có thể dễ dàng giám sát các động thái quân đội trong thành phố. Những khí cầu lớn nhất (gọi là Integral và Union) có thể mang năm người và có dung tích ba mươi hai nghìn foot khối. Hydrogen được sử dụng trong đa số khí cầu buổi đầu; nó được tách ra từ nước bằng các máy phát điện di động.¹⁵

Hầu hết các khí cầu đều được buộc với mặt đất bởi một sợi dây dài, nhưng chúng có thể thăng lên gần năm nghìn foot trên không trung. Và mặc dù các khí cầu Liên Bang thường xuyên bị đại bác Liên Minh nả đạn, nhưng chúng thường ở quá cao nên bắn không tới, và chưa có cái nào bị bắn hạ. Đa số khí cầu lớn còn có thiết bị điện báo để truyền thông tin đến người thích hợp ở bên dưới.

Các khí cầu này hoạt động như thế nào? Để cho một khí cầu bay lên, phải có một lực tác dụng lên nó, và lực duy nhất có sẵn trước mắt là lực nổi. Nhà toán học Hi Lạp Archimedes là người đầu tiên hiểu được lực này, và như chúng ta đã thấy ở phần trước, ngày nay nó được gọi là nguyên lí Archimedes. Nó phát biểu rằng *một vật bất kì chìm hoàn toàn hoặc chìm một phần trong một chất lưu (trong trường hợp này chất lưu là không khí) được nâng lên bởi một lực bằng với trọng lượng của phần chất lưu mà vật đó chiếm chỗ.*

Trong trường hợp khí cầu, lực nổi (B), bằng với trọng lượng của không khí bị chiếm chỗ, tác dụng hướng lên, và lực hấp dẫn (W) tác dụng hướng xuống. Để thấy điều này làm khí cầu bay lên như thế nào, hãy bắt đầu với khối lượng riêng của không khí (ρ) và thể tích (V) của khí cầu. Khối lượng không khí bị chiếm chỗ là ρV , và với trọng lượng của nó chúng ta phải nhân thêm g (lực hấp dẫn). Như vậy lực nổi B là ρVg . Bây giờ chúng ta cần W , trọng lượng của khí cầu. Để có nó, chúng ta cần khối lượng bên trong nó, và đây chính là khối lượng riêng của không khí bên trong nó (D) nhân với thể tích của nó (V), hay DV , vì thế $W = DVg$. Hợp lực hướng lên do đó bằng $B - W = \rho Vg - DVg$. Nếu lực hướng lên là dương, thì khí cầu bay lên. Vì hydrogen nhẹ hơn không khí, nên khí cầu sẽ bay lên nếu nó bơm đầy hydrogen (hoặc, theo lập luận trên, bất kì chất khí nào nhẹ hơn không khí). Ngoài ra, nếu chúng ta làm nóng không khí bên trong khí cầu, các phân tử chuyển động ra xa nhau và khối lượng riêng của nó giảm. Và một lần nữa hợp lực hướng lên trên. Đây là nguyên lí của khí cầu không khí nóng.

Chương 11

VIÊN ĐẠN BAY ĐI ĐÂU?

Đạn đạo học về đạn súng trường và đạn pháo đại bác

Trong một chương trước, chúng tôi đã trình bày các vấn đề liên quan đến độ chuẩn xác của súng trường và đại bác. Trong nhiều năm trời, quả thật, các tay súng chẳng biết tạo gì về quỹ đạo của viên đạn trông ra làm sao. Tartaglia đã thực hiện một số cải tiến quan trọng, và Galileo đã làm sáng tỏ nhiều vấn đề liên quan đến trọng lực, song chính Newton mới là người cuối cùng chỉ ra được vì sao trọng lực có liên quan và liên quan như thế nào. Trong chương này, chúng ta sẽ xét kĩ hơn về vấn đề trên và mặc dù chúng ta chỉ mới bàn về súng hỏa mai, súng trường, và đại bác cho đến thời Nội Chiến, nhưng chúng ta cũng sẽ gặp súng trường và đại bác hiện đại hơn trong chương này.

Nghiên cứu đạn đạo là xét chuyển động của các viên đạn, nhưng nó cũng xét cái xảy ra với viên đạn bên trong khẩu súng, cũng như cái xảy ra khi nó đi tới mục tiêu. Tính chung, có bốn lĩnh vực nghiên cứu cơ bản trong chủ đề này:

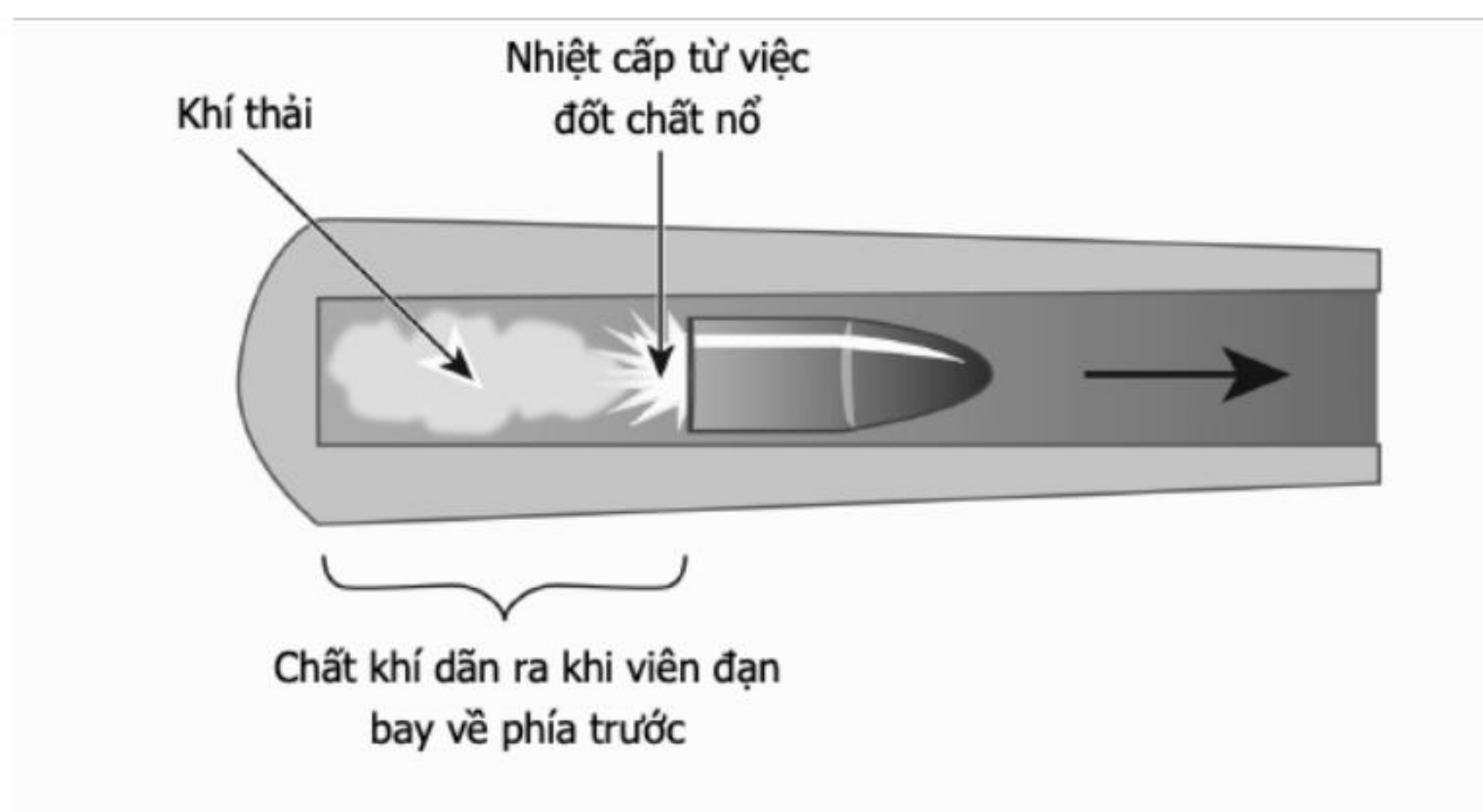
- Đạn đạo bên trong
- Đạn đạo chuyển tiếp
- Đạn đạo bên ngoài
- Đạn đạo chạm đích

Đạn đạo bên trong xét cái xảy ra từ lúc khai hỏa đến lúc viên đạn rời nòng. Đạn đạo chuyển tiếp, còn gọi là đạn đạo trung gian, nghiên cứu viên đạn từ lúc nó rời nòng cho đến khi áp suất phía sau viên đạn cân bằng (nói cách khác, khi áp suất không khí phía sau viên đạn bằng với áp suất không khí xung quanh). Đạn đạo bên ngoài xét viên đạn trong khi nó đang bay dưới tác dụng của trọng lực. Đạn đạo chạm đích là nghiên cứu cái xảy ra với viên đạn sau khi

nó chạm tới mục tiêu. Tôi sẽ nói chủ yếu về súng trường, song phần nhiều cái tôi nói cũng ứng với đại bác.

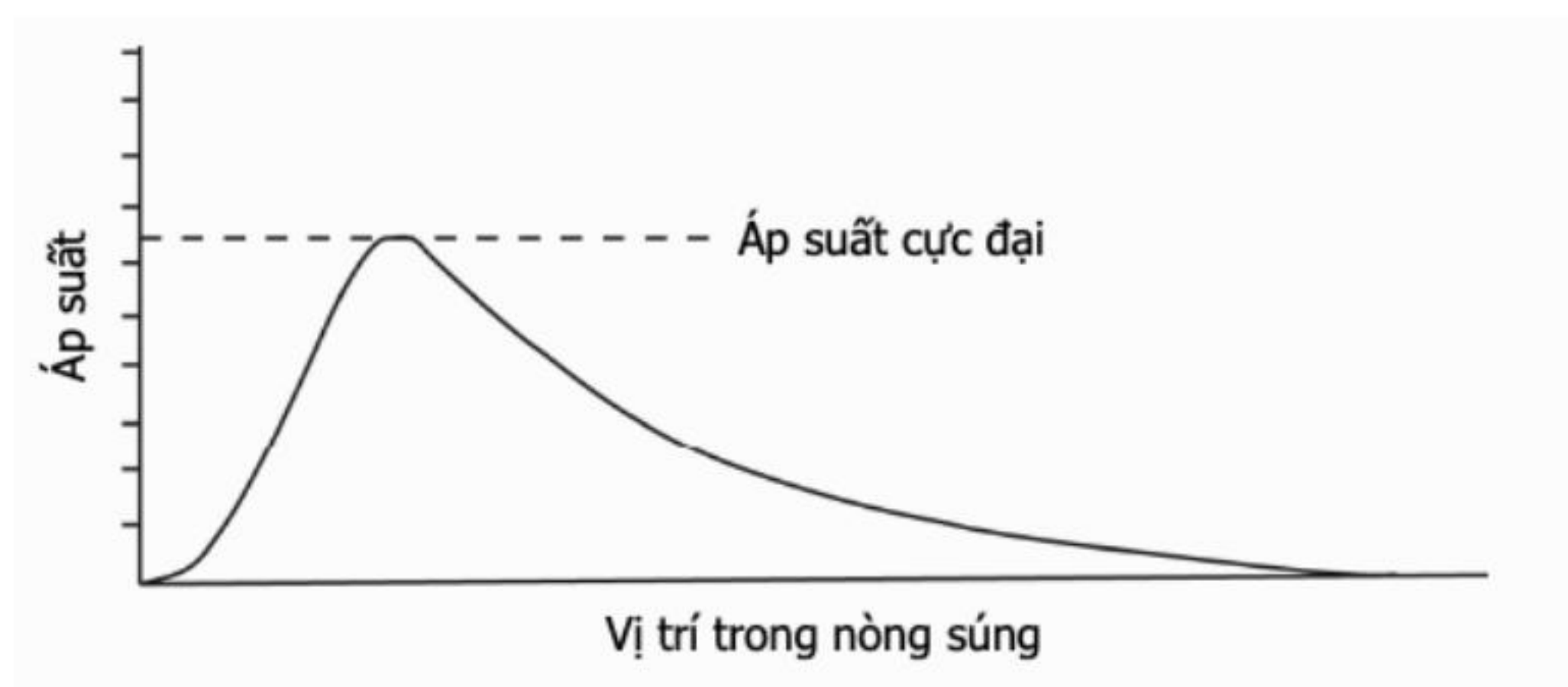
ĐẠN ĐẠO BÊN TRONG

Đạn đạo bên trong phụ thuộc vào cái xảy ra bên trong lỗ đạn và nòng súng, vì thế nó là nơi thích hợp nhất để chúng ta bắt đầu phần thảo luận của mình. Với tầm quan trọng đặc biệt, quỹ đạo phụ thuộc, đến mức độ lớn, vào cái gọi là vận tốc đầu nòng, đó là tốc độ của viên đạn khi nó rời khỏi đầu cuối nòng súng. Vì thế hãy xét xem vận tốc đầu nòng được hình thành như thế nào. Hai sự kiện tách biệt quan trọng ở đây là: mồi lửa thuốc súng, và sự dẫn nổ của chất khí do vụ nổ ban đầu. Đánh lửa xảy ra khi chốt bắn đập trúng ngòi nổ (hay kíp nổ) và làm cho nó phát nổ. Đến lượt nó, vụ nổ này đánh lửa thuốc súng trong hộp đạn. Khi thuốc súng nổ, các chất khí tạo ra bởi vụ nổ bị giữ phía sau viên đạn. Chúng ở nhiệt độ cao và do đó gây ra áp suất gia tốc viên đạn xuống nòng súng. Điều đặc biệt quan trọng là thời gian cháy nhỏ hơn thời gian cần thiết để viên đạn đi tới cuối nòng. Nếu không, thì thuốc súng sẽ văng ra khỏi nòng trong khi vẫn cháy dở, và điều này sẽ gây ra một tình huống nguy hiểm.¹



Chất khí dẫn nổ phía sau một viên đạn trong nòng

Khi chất khí giãn nở, nó nguội đi theo định luật chất khí cơ bản được khám phá bởi Jacques Charles vào cuối thế kỷ mười chín, ngày nay được gọi là định luật Charles (đôi khi gọi là định luật Gay-Lussac, vì nó cũng được khám phá đồng thời bởi Joseph Louis Gay-Lussac).² Định luật này cho chúng ta biết rằng tích của áp suất và thể tích tỉ lệ thuận với nhiệt độ, và do đó sự tăng đột ngột về nhiệt độ sẽ gây ra sự tăng thể tích sẽ truyền một áp suất lớn hơn lên viên đạn. Thật vậy, bên trong nòng áp suất lúc ban đầu thật sự tăng, nhưng khi viên đạn chuyển động về phía trước thì áp suất giảm. Đồ thị áp suất theo quãng đường trong nòng được cho bên dưới. Ta thấy rằng áp suất đạt tới cực đại khá nhanh trước khi giảm xuống thật nhanh. Áp suất cực đại ấy là quan trọng bởi vì nó chủ yếu xảy ra trong vùng lỗ đạn của súng, và vùng này phải có thể chịu được áp suất như thế. Đây là lý do thép làm súng và đại bác dày nhất ở vùng này. Lực đẩy về phía sau tác dụng lên chốt súng, hay lỗ đạn, do vụ nổ gây ra, được gọi là lực đẩy chốt. Nó phụ thuộc vào áp suất bên trong và đường kính của hộp đạn. Và điều quan trọng là thiết kế của chúng đủ để trụ được lực đẩy chốt. Áp lực trong vùng này (hốc bên trong) thường được đo theo pound trên inch vuông (psi), hay trong hệ mét nó được đo theo kilogram trên centimet vuông (kg/cm^2). Áp lực tiêu biểu trong vùng này phụ thuộc vào kiểu súng, và đối với súng trường nó xấp xỉ năm mươi nghìn pound trên inch vuông.



Đồ thị áp suất theo quãng đường trong nòng súng

Điều khá rõ ràng là viên đạn được gia tốc bởi lực nổ càng lâu, thì nó chuyển động càng nhanh. Định luật chi phối điều này là định luật Newton thứ hai, nó nói rằng lực bằng khối lượng nhân với gia tốc ($F = ma$). Và gia tốc này tiếp diễn miễn là viên đạn còn ở trong nòng (và hơi ra khỏi một chút, như ta sẽ thấy ở phần sau). Vậy nên nòng càng dài, thì vận tốc của viên đạn khi nó thoát ra càng lớn; vận tốc này được gọi là vận tốc đầu nòng. Và mặc dù nòng càng dài đem lại vận tốc càng lớn, nhưng có một giới hạn. Nòng quá dài thì khó cầm, và trọng lượng súng cũng tăng theo độ dài nòng.

Độ dài nòng súng còn quan trọng ở phương diện khác. Khi chất khí nóng phát nổ xuống nòng, nó giảm về áp suất, và trên lí tưởng nó phải không cao hơn áp suất khí quyển nhiều lắm khi nó đi tới cuối khẩu súng. Tuy nhiên, trên thực tế nó thường cao hơn nhiều. Do đó, nó gây ra một sóng xung kích khi nó đập vào không khí. Các vấn đề liên quan với hiện tượng này sẽ được trình bày trong phần nói về đạn đạo chuyển tiếp.

Ngoài độ dài nòng, vận tốc đầu nòng còn phụ thuộc vào khối lượng, hay trọng lượng, của viên đạn với một lượng chất nổ cho trước; viên đạn càng nhẹ sẽ thoát ra với vận tốc đầu nòng càng lớn. Loại thuốc súng trong nòng cũng là một yếu tố quan trọng; các loại thuốc súng khác nhau có năng lượng nổ khác nhau. Phải dùng bao nhiêu thuốc súng cũng là một yếu tố, nhưng với một khẩu độ cho trước, có một giới hạn về lượng chất nổ.

Một câu hỏi quan trọng nữa đó là: Vận tốc tối đa mà một viên đạn có thể bị đẩy ra là bao nhiêu mà không nguy hiểm quá mức cho người bắn? Ở súng trường, vận tốc này vào khoảng bốn nghìn foot trên giây. Súng khẩu độ lớn và đại bác có thể an toàn đẩy đạn ra đến khoảng sáu nghìn foot trên giây.

GIẬT LÙI

Tuy nhiên, điều quan trọng nên lưu ý là vận tốc đầu nòng lớn thì có một vấn đề nữa. Như ta đã thấy trước đây, định luật Newton thứ ba bảo chúng ta rằng ứng với mỗi tác dụng có một phản tác dụng bằng về độ lớn và ngược

chiều. Tác dụng trong trường hợp này là lực đẩy viên đạn và chất khí nóng ra khỏi nòng, tạo ra vận tốc đầu nòng. Phản tác dụng, do đó, ngược lại với lực này, và người bắn súng chịu nó dưới dạng chuyển động giật lùi của súng. Hướng của lực giật lùi ngược lại với lực đẩy lên viên đạn. Bất kì ai từng bắn súng đều trải nghiệm chuyển động giật lùi, và đôi khi nó có thể khá mạnh. Liên hệ trực tiếp với định luật thứ ba là sự bảo toàn động lượng. Ta có thể viết nó dưới dạng $mv = MV$, trong đó m và v là khối lượng và vận tốc của viên đạn, M là khối lượng của súng (hoặc của súng và người bắn) và V là vận tốc giật lùi. Khối lượng của súng lớn hơn nhiều so với khối lượng viên đạn, còn vận tốc đầu nòng của súng (v) là cực kì lớn, thành ra nếu không ràng buộc gì, khẩu súng sẽ thu một vận tốc tương đối cao. Nhưng nó bị ràng buộc bởi vai của bạn, và điều này tạo ra một lực tương đối lớn lên nó, làm chậm vận tốc của nó rất nhanh. Thật vậy, các tay súng được huấn luyện rằng phải giữ khẩu súng sát trên vai của họ sao cho M bao gồm không chỉ khối lượng của súng, mà cả khối lượng của người bắn.³

Ngoài ra, trên phim ảnh và truyền hình, có lẽ bạn sẽ để ý rằng các diễn viên luôn cầm các khẩu liên thanh bằng hai tay cho vững. Một trong các lí do của chuyện này là vì sự giật lùi có xu hướng làm cho súng liên thanh quay đầu lên trên. Điều này là do một moment lực hướng lên xuất hiện bởi vì lực giật lùi hướng dọc theo nòng súng liên thanh, còn súng được giữ bởi một đòn bẩy, đó là cánh tay và vai của bạn. Vì lực này hợp một góc với cánh tay, nên nó tạo ra moment lực, làm cho nòng vừa chuyển động ra sau vừa quay.

Một trong những biện pháp chính để giảm tác dụng của chuyển động giật lùi là có một miếng đệm giật lùi ở cuối báng súng.

ĐẠN ĐẠO CHUYỂN TIẾP VÀ TIẾNG RÈN

Đạn đạo chuyển tiếp thỉnh thoảng được gọi là đạn đạo trung gian vì nó xét hành trạng viên đạn trong khoảng thời gian giữa đạn đạo bên trong và đạn đạo bên ngoài; nói cách khác, khoảng thời gian ngắn ngủi từ khi viên đạn rời

nòng cho đến khi áp suất phía sau nó đạt tới áp suất của không khí xung quanh. Khi viên đạn đi tới cuối nòng, chất khí phía sau nó thường ở một áp suất gấp vài trăm lần áp suất khí quyển. Tuy nhiên, khi viên đạn bay tự do khỏi nòng súng, chất khí phía sau nó tự do giãn nở và tràn ra ngoài theo mọi hướng. Sự giãn nở bất ngờ này gây ra một âm thanh nổ lớn, đó là tiếng nổ mà bạn nghe khi súng bắn. Đôi khi nó còn đi kèm một chớp sáng khi các chất khí kết hợp với oxygen của không khí.⁴

Đây là tiếng nổ đầu tiên mà bạn nghe khi súng bắn, nhưng trong nhiều trường hợp còn có một tiếng nổ thứ hai, gọi là tiếng rền (nó sẽ được trình bày ngay trong phần sau). Trước đây tôi có nhắc rằng viên đạn tăng tốc khi nó chuyển động trong nòng vì nó đang bị đẩy bởi chất khí giãn nở, nhưng một khi nó rời nòng thì nó có vận tốc nằm ngang đều. Điều này không hoàn toàn đúng. Vẫn có một lực tác dụng lên viên đạn trong một khoảng thời gian ngắn sau khi nó rời nòng do chất khí giãn nở phía sau nó gây ra. Đây là một lí do giải thích vì sao “vận tốc đầu nòng” của súng trường không được đo tại cuối nòng súng, mà ở phía trước nó vài ba foot.

Trong thiết kế của súng, điều quan trọng là phải đảm bảo rằng chất khí giãn nở phía sau viên đạn khi nó rời khỏi khẩu súng không làm viên đạn lệch khỏi quỹ đạo của nó. Nếu bằng cách nào đó nó bị đẩy sang một bên, thì độ chuẩn xác của súng trường sẽ giảm. Bởi thế súng phải được thiết kế sao cho điều này không xảy ra; tóm lại, các nhà thiết kế phải đảm bảo rằng chất khí giãn nở đối xứng xung quanh để viên đạn.

Trong trường hợp vũ khí quân sự – nhất là súng bắn tỉa – điều quan trọng là làm giảm âm thanh và chớp sáng phát ra từ súng càng nhiều càng tốt để vị trí của tay bắn tỉa không bị phát giác. Điều này được thực hiện bởi các bộ triệt sáng và triệt âm; trong cả hai trường hợp, dụng cụ được dùng để làm thay đổi dòng chất khí thoát ra. Trong trường hợp triệt sáng, người ta gây ra sự nhiễu loạn ở chất khí thoát ra nhằm làm giảm hiệu suất cháy của chớp sáng. Trong trường hợp triệt âm, chất khí được phép nguội đi nên vận tốc lúc nó rời nòng giảm; điều này ngăn cản sự hình thành sóng xung kích. Thật đáng

tiếng, các bộ triệt kênh càng và nặng nề, nên chúng không được sử dụng rộng rãi.

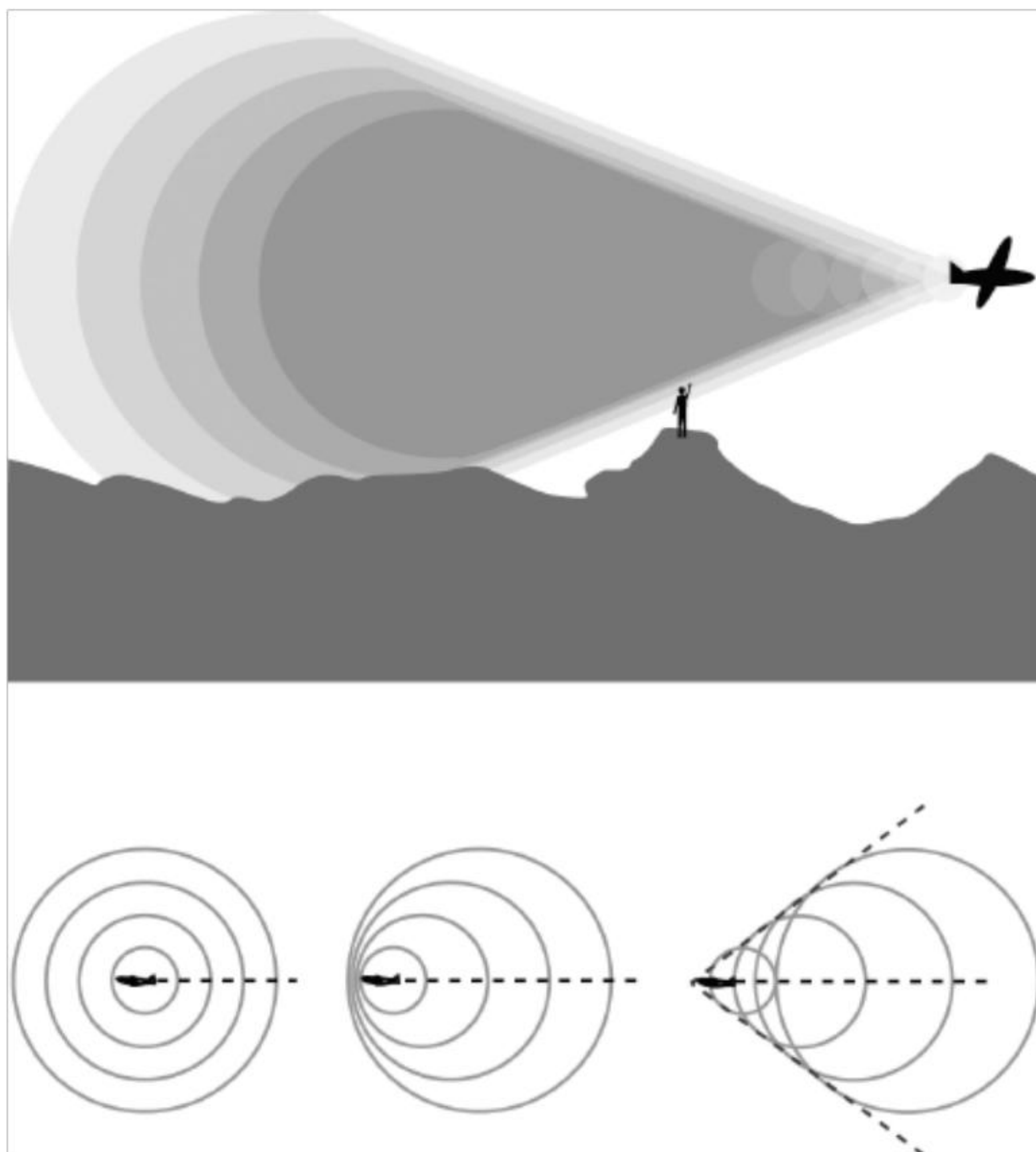
Thế nhưng cho dù chúng làm giảm sóng xung kích từ chất khí thoát ra, thì vẫn còn một sóng âm xung kích có thể dễ dàng nghe được. Hãy xét sóng này. Người ta biết rõ rằng bất kì vật nào chuyển động trong không khí ở vận tốc lớn hơn tốc độ âm thanh sẽ gây ra một tiếng rền. Điều này ứng với đa số các viên đạn, và, như vỡ lẽ, chẳng có bộ giảm âm nào có thể kìm hãm tiếng rền, vì sóng xung kích gây ra tiếng rền chuyển động cùng với viên đạn.

Để có sóng xung kích siêu thanh, viên đạn phải vượt quá tốc độ âm thanh, nó vào khoảng 1.100 foot trên giây (hay xấp xỉ 750 dặm trên giờ) tùy thuộc vào áp suất không khí và một số yếu tố khác. Chừng một nửa số đạn súng lục là siêu thanh, và hầu như toàn bộ đạn súng trường cũng thế, và phần lớn đạn pháo bắn ra từ đại bác cũng là siêu thanh. Súng trên xe tăng, như tôi đề cập ở phần trước, có vận tốc lên tới sáu nghìn foot trên giây, gấp nhiều lần tốc độ âm thanh.

Để hiểu rõ hơn về tiếng rền, hãy xét cách nó được tạo ra. Người ta biết rõ rằng khi một vật tạo ra âm thanh, thì có một sóng lan truyền từ vật đó ra mọi hướng ở tốc độ âm thanh. Nếu bạn nhìn kĩ vào sóng này, bạn sẽ thấy nó gồm một chuỗi dài các vùng nén khí và giãn khí. Các vùng nén khí xảy ra bởi vì các phân tử không khí bị đẩy vào nhau trong những vùng nhất định, còn các vùng giãn là do bởi các sóng tỏa sang vào những vùng khác. Điều này có nghĩa là một sóng là đồng đều theo mọi hướng từ nguồn truyền ra. Khi bạn di chuyển vật đang tạo ra sóng, thì kiểu sóng xung quanh nó biến đổi. Các vùng nén tiến đến gần nhau hơn theo hướng vật đang chuyển động và xa nhau hơn theo hướng ngược lại. Thêm nữa, khi vật chuyển động càng nhanh, thì các sóng theo hướng phía trước bắt đầu nhập vào nhau, và ở tốc độ âm thanh chúng hoàn toàn hòa làm một.

Vào lúc này áp suất ở phía mũi viên đạn lớn hơn nhiều so với ở phía sau viên đạn. Nhưng âm thanh trong không khí chỉ có thể truyền xấp xỉ 1.100 foot

trên giây, còn một viên đạn có thể chuyển động ở tốc độ bất kì; đặc biệt, nó có thể chuyển động ở những tốc độ nhanh hơn tốc độ âm thanh. Bởi vậy, khi viên đạn phá vỡ, hay vượt qua hàng rào âm thanh, nó tạo ra các vùng nén nhanh hơn tốc độ chuyển động của các vùng nén đó, thành ra chúng chất chồng lên nhau. Khi các vùng nén này ép lên nhau, chúng không tạo ra một dải liên tục từ nén đến giãn, như thường xảy ra ở các sóng âm bình thường. Thay vậy, có một đường phân chia rõ nét giữa thể tích các vùng nén mạnh và không khí bình thường xung quanh sóng. Vì thế, các vùng nén mạnh tuồn ngược về phía sau thành một dải hình nón. Khi hình nón này đi qua một người quan sát ở mặt đất, anh ta hoặc cô ta cảm nhận một sự chênh lệch bất ngờ về áp suất khi nó truyền qua, anh ta hoặc cô ta cảm thấy đó là một tiếng rền. Về nhiều mặt, nó khá giống với tiếng vút mà một cái roi quất tạo ra.

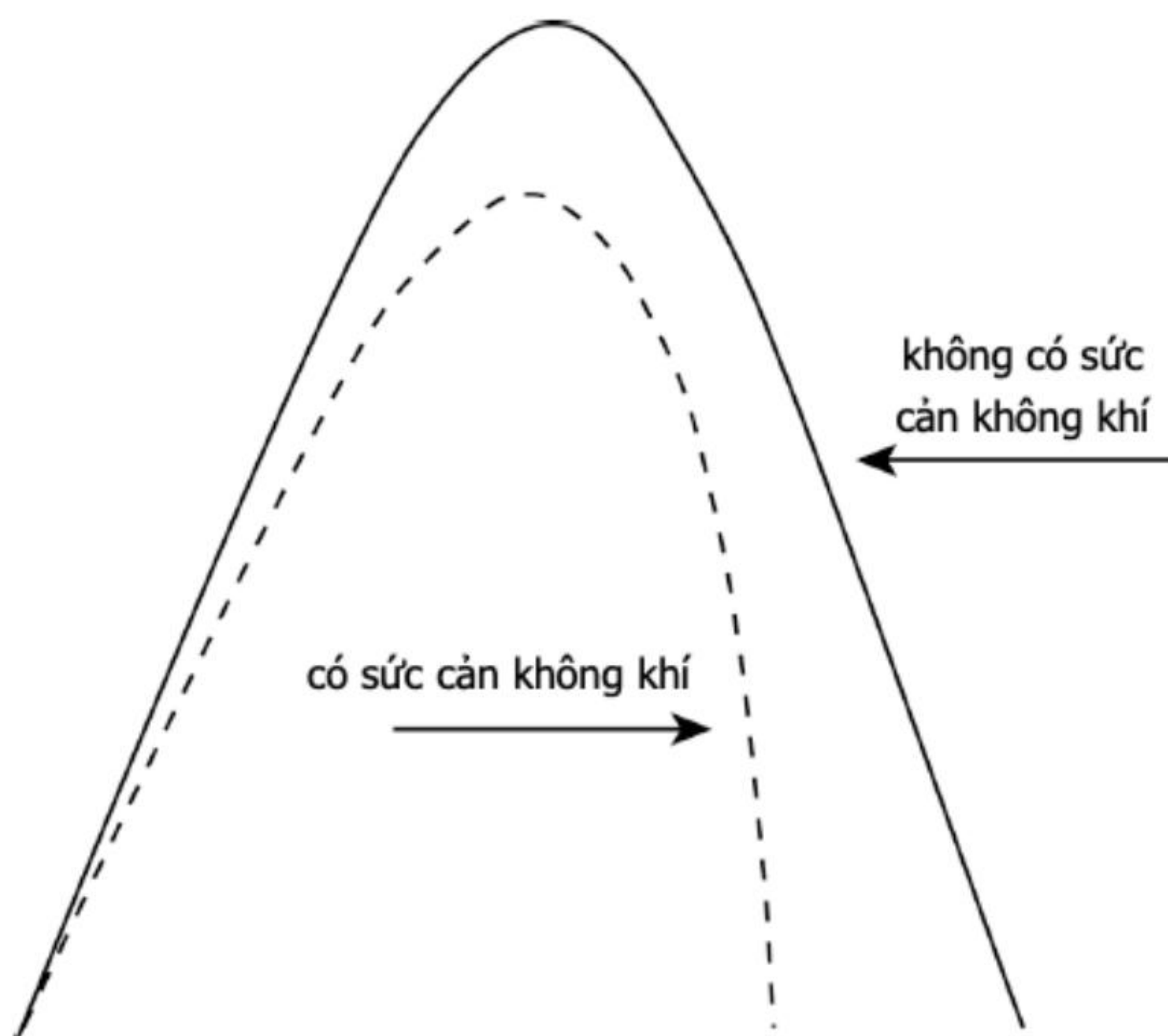


Hình nón tạo ra trong một tiếng nổ siêu thanh.

ĐẠN ĐẠO BÊN NGOÀI

Đạn đạo bên ngoài xét hành trạng của viên đạn đang chuyển động từ lúc nó vừa rời khỏi đầu cuối nòng súng cho đến khi nó đi tới mục tiêu. Galileo đã nhận ra rằng có hai chuyển động tách biệt ở đây: một chuyển động nằm ngang song song với mặt đất, và một chuyển động thẳng đứng. Và mặc dù có hai chuyển động đang diễn ra đồng thời, nhưng chúng có thể được xét riêng ra.

Chuyển động nằm ngang là thành phần nằm ngang của vận tốc đầu nòng, và nó có một vận tốc không đổi. Chuyển động thẳng đứng là sự rơi tự do bởi trọng lực, và do đó nó có gia tốc không đổi 32 ft/s^2 , đó là gia tốc trọng trường. Galileo còn chỉ ra rằng quỹ đạo tổng thể khi bạn kết hợp hai chuyển động là một parabol. (Như ta đã thấy ở phần trước, cách dễ nhất để hình dung một parabol là lấy một hình nón và cắt lát nó ở đâu đó dọc sườn bên sao cho lát cắt không đi qua mặt đáy.) Như rồi vỡ lẽ, đây là chỉ gần đúng do bởi áp suất không khí. Áp suất không khí làm chậm viên đạn và làm cho quỹ đạo của nó lệch khỏi hình parabol.⁵



Quỹ đạo của viên đạn khi có và không có sức cản không khí.

Một trong những điều dễ chỉ ra là viên đạn rơi theo cách y hệt những thứ khác rơi nếu bạn cầm nó trên tay cao hơn mặt đất và buông ra. Một minh chứng của điều này thường được dùng trong các lớp học vật lý; có một súng

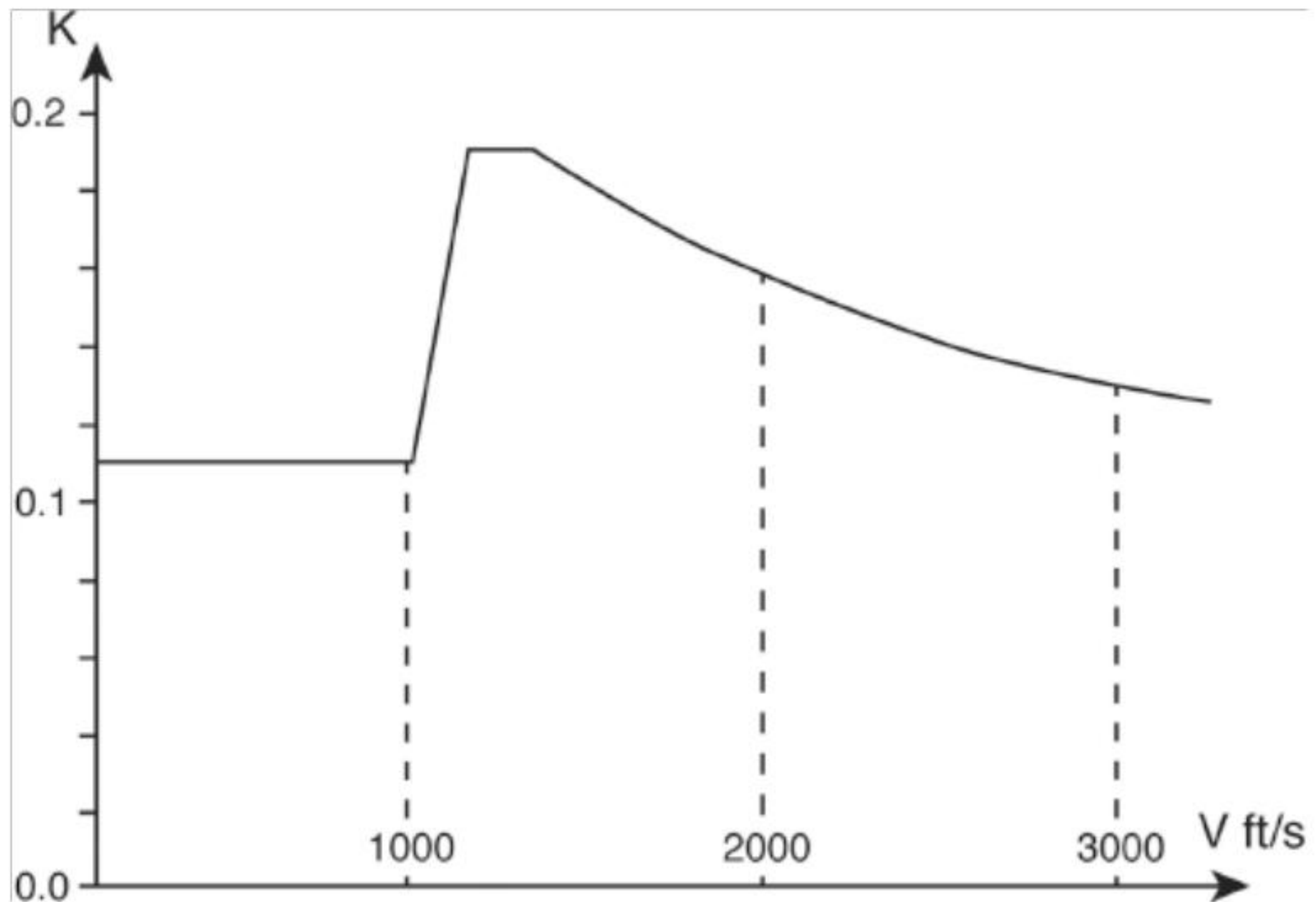
phóng đơn giản ném một vật ra, theo phương song song với mặt đất, và thả một vật khác đồng thời rơi thẳng xuống. Vật thứ nhất đi theo một quỹ đạo dài hơn, nhưng hai vật chạm đất cùng một lúc.

Hãy xét kĩ hơn về áp suất không khí xung quanh viên đạn. Nó tạo ra một lực gọi là lực kéo theo, lực này tác dụng theo hướng ngược với hướng viên đạn đang chuyển động. Và thật thú vị, nó lớn hơn nhiều so với trọng lực (lớn gấp năm mươi đến một trăm lần), thế nhưng trọng lực vẫn là lực chính quyết định quỹ đạo của viên đạn. Trên thực tế, hình dạng của viên đạn có ảnh hưởng ít nhiều đến quỹ đạo của nó, nhưng trong phép gần đúng bậc nhất, chúng ta có thể giả sử trọng lực đang tác dụng lên viên đạn tại trọng tâm của nó. Về cơ bản đây chính là “điểm cân bằng” của viên đạn.

Lực kéo theo do sức cản không khí gây ra thật ra còn phụ thuộc vào vài yếu tố khác, ví dụ như tốc độ của viên đạn, hình dạng của nó, khối lượng riêng của không khí mà nó đi qua, và nhiệt độ không khí. Trên thực tế, việc tính lực kéo theo thường là một bài toán khó. Hơn nữa, có một vấn đề nghiêm trọng ở tốc độ âm thanh, hay, nói mang tính chuyên môn hơn, khi viên đạn vượt quá tốc độ âm thanh. Vì lí do này nên cách tốt nhất là xét bốn vùng tách biệt:

- Dưới tốc độ âm thanh, lên tới khoảng 1.000 ft/s.
- Ngay sát dưới tốc độ âm thanh, từ 1.000 ft/s đến 1.200 ft/s.
- Vùng kéo theo cực đại, từ 1.200 ft/s đến 1.400 ft/s.
- Vùng siêu thanh, trên 1.400 ft/s.

Giả sử chúng ta gọi lực kéo theo là D thì ta có thể thấy nó biến thiên như thế nào trong ba vùng này bằng cách vẽ đồ thị nó theo vận tốc của viên đạn.



Đồ thị của k (lực kéo theo/vận tốc bình phương) theo vận tốc.

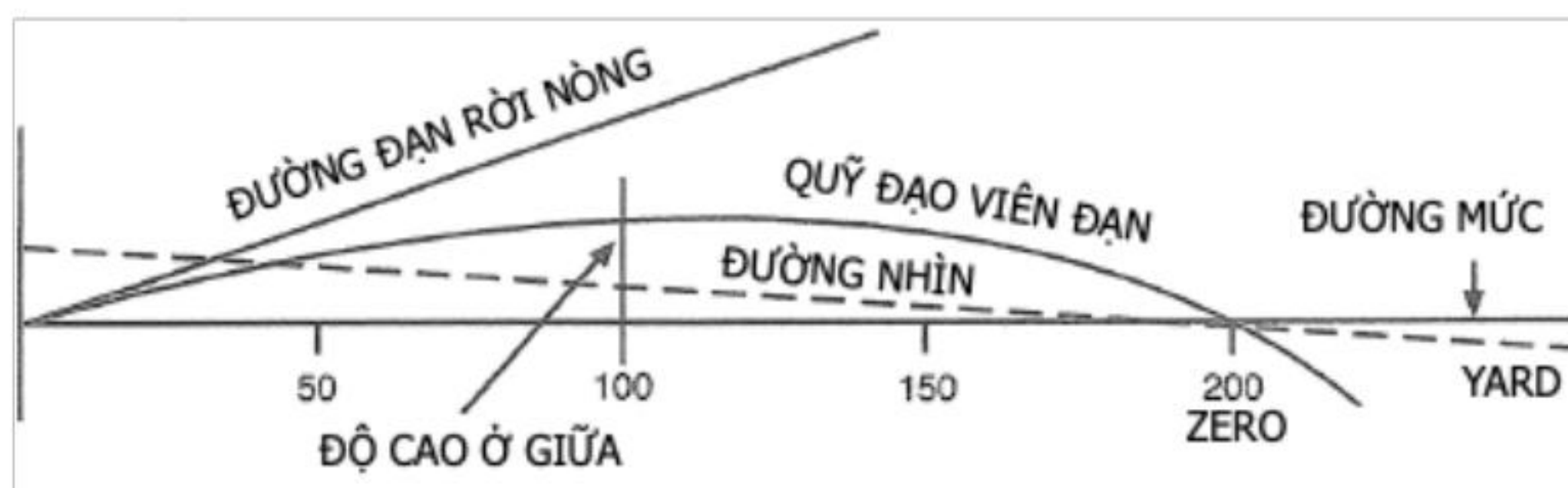
Hệ số đạn đạo (BC) là một thuật ngữ kí hiệu cho tốc độ viên đạn chậm dần. Cùng với vận tốc đầu nòng của viên đạn, nó đem lại cho chúng ta một gần đúng tốt về quỹ đạo của viên đạn. Hệ số đạn đạo (BC) được định nghĩa theo cái gọi là mật độ tiết diện (SD) và hệ số hình thức (FF). Mật độ tiết diện là khối lượng của viên đạn chia cho cỡ nòng của nó bình phương. Hệ số hình thức là một số đo hệ số khí động lực học của viên đạn, phụ thuộc vào hình dạng của nó, nên khó xác định hơn. Theo SD và FF, hệ số đạn đạo là $BC = SD/FF$. Vì thế nếu chúng ta biết hệ số đạn đạo, vận tốc đầu nòng, và góc ngắm bắn, thì ta có thể vẽ quỹ đạo của viên đạn. Tuy nhiên, trên thực tế, bạn cần các bảng cấp thông tin về viên đạn, thành ra tôi sẽ không nói cụ thể ở đây. Nhưng chúng ta có thể nói như sau:

- Những viên đạn với BC cao là có tính khí động lực học nhất, và những viên đạn BC thấp thì kém về mặt khí động lực học.

- BC cao được trông đợi vì chúng đem lại một quỹ đạo phẳng hơn ứng với một khoảng cách cho trước.
- Những viên đạn với BC cao đi tới đích nhanh hơn, vì thế quỹ đạo của chúng ít bị ảnh hưởng hơn bởi gió hay các yếu tố khác.

Còn có những yếu tố khác ảnh hưởng đến chuyển động bay của viên đạn. Vận tốc gió có thể ảnh hưởng nghiêm trọng, đặc biệt nếu nó vuông góc với hướng bay. Ngoài ra, vận tốc gió thường thay đổi theo quãng đường bay. Sự trệch hướng, một hệ quả của chuyển động quay tròn của viên đạn, cũng có thể là vấn đề; nó là sự tự quay của mũi viên đạn ra khỏi đường bay. Một hiệu ứng tương tự, gọi là tiến động, cũng xảy ra trong trường hợp một vật tự xoay tròn như viên đạn. Đó là chuyển động quay xung quanh trọng tâm của viên đạn. Bạn dễ dàng thấy nó ở con quay hồi chuyển. Cuối cùng, có một thứ chỉ quan trọng ở những quả đạn có tầm bay rất xa. Nó được gọi là lực Coriolis, và nó do chuyển động tự quay của Trái Đất gây ra. Trên thực tế, Trái Đất tự quay bên dưới quả đạn khi nó bay trong không trung, thế nhưng từ góc nhìn của một nhà quan sát trên mặt đất thì có vẻ như quả đạn đang chuyển động ra khỏi quỹ đạo dự tính của nó.

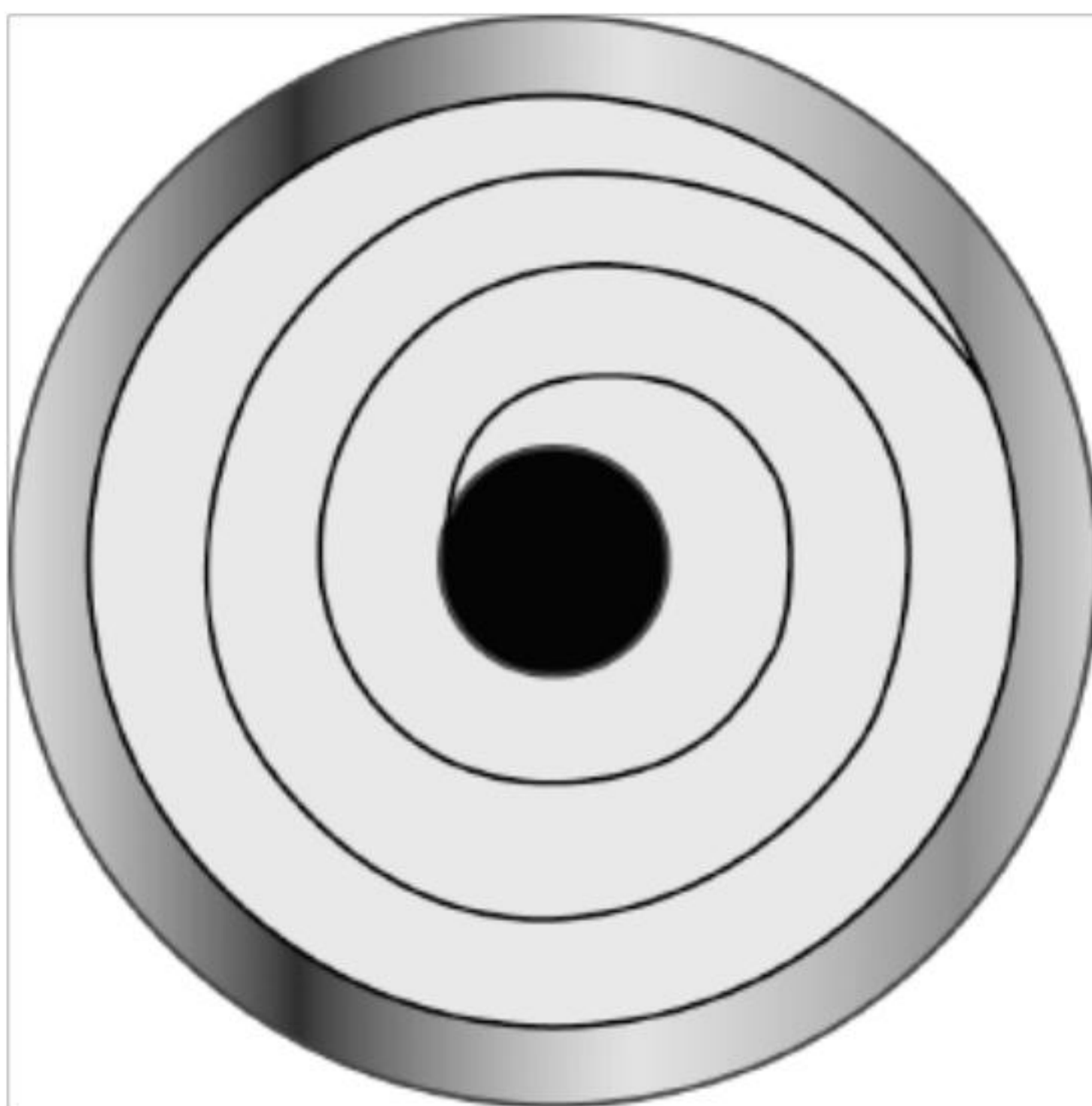
Một yếu tố nữa đặc biệt quan trọng trong trường hợp các khẩu súng là tầm bắn tối đa của chúng. Nói cách khác, bạn phải ngắm khẩu súng ở góc bao nhiêu để có tầm xa tối đa? Galileo đã chỉ ra rằng trong trường hợp lí tưởng, khi không có sức cản của không khí, tầm xa cực đại thu được khi khẩu súng được ngắm nghiêng góc 45° với mặt đất. Thế nhưng, tất nhiên, áp suất không khí là thay đổi mọi thứ khá nhiều. Ngày nay chúng ta biết rằng đạn súng trường thu được tầm xa lớn nhất với góc ngắm từ 30 đến 35 độ. Mặt khác, pháo khẩu độ lớn, vận tốc cao, thu được tầm xa lớn nhất ở góc 55 độ. Tuy nhiên, tầm xa tối đa của một viên đạn không bằng với tầm sát thương của nó. Tầm sát thương là phạm vi gây ra được sự thiệt hại hợp lí. Nói chung, khối lượng viên đạn càng lớn, thì tầm sát thương càng gần với tầm xa cực đại của viên đạn. Các viên đạn nhẹ, như đạn khẩu độ .22 chẳng hạn, có tầm xa tối đa gần một dặm nhưng có tầm sát thương chỉ vào khoảng một trăm yard.



Quỹ đạo của một viên đạn.

SỰ THĂNG BẰNG CỦA VIÊN ĐẠN

Như ta đã thấy ở phần trước, yếu tố chính làm thăng bằng một viên đạn là chuyển động xoay tròn của nó, và sự xoay tròn này được tạo ra bởi phần bên trong “xẻ rãnh” của nòng súng. Nòng xẻ rãnh có các đường khía xoắn ốc theo trục dài của nó. Viên đạn bị ép vào những rãnh này, tạo ra chuyển động xoay tròn dọc theo trục dài của nó. Khi viên đạn ló ra khỏi nòng, nó hành xử giống như một con quay. Đặc biệt, nó có sự thăng bằng của một con quay. Nếu bạn từng chơi với con quay, thì bạn biết rằng cần tốn một lực đáng kể để đưa nó ra khỏi hướng mà nó đang quay tròn. Đây là cái đem lại cho viên đạn sự thăng bằng của nó và tầm xa tăng lên của nó; không có sự thăng bằng thì viên đạn sẽ bổ nhào trong khi bay, và áp suất không khí sẽ tác dụng lên nó mạnh hơn nhiều.



Các rãnh xoắn ốc trong nòng súng trường.

Rãnh xẻ thường được định lượng bằng bước xoắn, nó biểu diễn quãng đường viên đạn đi trong nòng khi nó quay tròn một vòng. Bước xoắn càng ngắn thì tốc độ quay tròn càng lớn. Nếu bạn nhìn kĩ vào sự xoắn ốc bên trong nòng, thì bạn sẽ thấy nó là một dải các rãnh có rìa tương đối sắc nhọn. Những phần bị cắt khỏi nòng được gọi là rãnh, và những vùng còn lại được gọi là gờ. Kiểu xẻ rãnh này thường được gọi là xẻ rãnh thông thường, ngoài ra còn có một kiểu khác. Theo kiểu này, toàn bộ nòng được cắt theo hình một đa giác (ví dụ, lục giác), với hình dạng đa giác đem lại cú xoắn khi viên đạn đi xuống nòng. Nó được gọi là xẻ rãnh đa giác. Trong trường hợp các quả đạn lớn, ví dụ các quả đạn bắn ra từ súng trên tàu biển và xe tăng, quả đạn được trang bị thêm vây theo rãnh khi chúng đi qua nòng.

Trong đa số trường hợp quả đạn gặp rãnh xẻ xoắn gần như ngay sau khi nó rời khỏi mâm đốt; tuy nhiên, trong một số trường hợp chuyển động xoay tròn được tăng dần dần. Kiểu này được gọi là thu-xoắn. Trong trường hợp này không có rãnh xẻ từ mâm đốt cho đến “họng” súng. Bởi thế, khi viên đạn mới

rời khỏi hộp đạn, nó không xoay tròn. Tuy nhiên, nó gặp rãnh xẻ sau khi nó đi được một đoạn ngắn, và trong đa số trường hợp việc xẻ rãnh làm tăng tốc độ xoắn của nó lên từ từ. Điều này cho phép viên đạn phân tán moment quay tăng lên của nó trên một đoạn đường lớn hơn.

Số lượng rãnh trong nòng có thể biến thiên, tùy thuộc vào hình dạng và độ sâu của chúng. Hơn nữa, hướng xoắn có thể theo chiều kim đồng hồ hoặc ngược lại, và bước xoắn có thể khác nhau tùy thuộc vào hình dạng, trọng lượng, và độ dài viên đạn. Ở các khẩu súng nạp đạn, viên đạn được đưa vào mâm đốt. Khi khai hỏa, “chỗ ngồi” xuất hiện trong họng súng. Họng súng thường hơi lớn hơn viên đạn, nên khi viên đạn cháy nó dẫn ra dưới áp suất chất khí phía sau nó cho đến khi đường kính của nó khớp với bên trong nòng. Viên đạn to lên khi ấy đi xuống họng đến rãnh xẻ, nơi đó nó bị “ấn xuống”; nói cách khác, các rãnh cắt vào trong nó. Do bởi các rãnh này, viên đạn bắt đầu quay tròn.

Tốc độ xoắn ứng với một viên đạn nhất định là yếu tố quan trọng. Trước tiên, nó phải đủ để làm thẳng bằng viên đạn, song nó phải không lớn hơn giá trị này, và tốc độ xoắn lý tưởng phụ thuộc vào trọng lượng, độ dài, và hình dạng chung của viên đạn. Tốc độ xoắn có thể biến thiên đáng kể; chẳng hạn, các khẩu súng xưa thường có tốc độ xoắn thấp cỡ một vòng trong bảy mươi inch. Các khẩu súng hiện đại hơn có tốc độ xoắn cao hơn nhiều, ví dụ một vòng trong mười hai inch, hay thậm chí một vòng trong mười inch. Nói chung, súng trường có tốc độ xoắn cao hơn nhiều so với súng lục. Tốc độ xoắn (T) thường được biểu diễn là $T = L/D$, trong đó L là độ dài ứng với một vòng quay, và D là đường kính nòng.

Nếu tốc độ xoắn quá nhỏ, thì viên đạn sẽ trệch đường (chuyển động tới lui theo hướng bay), và nếu điều này xảy ra, thì cuối cùng nó sẽ bắt đầu bổ nhào và mất độ chuẩn xác của nó. Tốc độ xoắn quá thấp cũng có thể làm cho viên đạn tiến động xung quanh trọng tâm của nó. Như ta đã thấy ở phần trước, đây là một chuyển động bạn có thể dễ dàng thấy ở một con quay.

Mặt khác, tốc độ xoắn cũng có thể quá cao. Ở nhiều vật quay tròn, có một lực bên ngoài thường gọi là lực li tâm (đây thật ra là một tên gọi sai), và chuyển động quay càng nhanh thì lực này càng lớn. Đối kháng với nó là lực cố kết đang giữ viên đạn lại. Khi lực li tâm trở nên lớn hơn lực cố kết, thì quả đạn vỡ và bay ra xa nhau. Trên lý thuyết, một viên đạn có thể có tốc độ quay lên tới khoảng ba trăm nghìn vòng trên phút. Tuy nhiên, đa số viên đạn có tốc độ quay nhỏ hơn nhiều so với con số này, thường trong mức hai mươi đến ba mươi nghìn vòng trên phút.

ĐẠN ĐẠO CHẠM ĐÍCH

Đạn đạo về đích là nghiên cứu cái xảy ra với viên đạn hay vật ném sau khi nó chạm trúng mục tiêu. Rõ ràng vận tốc của nó sẽ thay đổi nhanh chóng. Nó có thể bị mục tiêu làm dừng lại, hoặc có thể đi xuyên qua mục tiêu. Trong vật lý học có hai phương pháp xử lý trường hợp này; chúng được gọi là bức tranh lực hay động lượng, và bức tranh năng lượng. Trong bức tranh lực, chúng ta xử lý với các lực (hay các động lượng), vì thế chúng ta dùng định luật Newton thứ ba, nó nói rằng ứng với mỗi lực tác dụng có một phản lực bằng về độ lớn và ngược chiều. Trong trường hợp này chúng ta quan tâm lực tác dụng lên mục tiêu, hay động lượng truyền sang nó. Theo quan điểm kia, bức tranh năng lượng, chúng ta quan tâm động năng, thế năng, và bất kì loại năng lượng nào khác có thể liên quan. Trong đa số trường hợp, trong hai cách thì bức tranh năng lượng dễ sử dụng hơn, và lí do chính là vì sự bảo toàn năng lượng nói rằng năng lượng không thể tự nhiên sinh ra hay mất đi; nó chỉ có thể biến đổi từ dạng này sang dạng khác. Vì thế với bài toán đã cho, toàn bộ những gì bạn phải làm là nhìn vào mỗi loại năng lượng có liên quan để đảm bảo rằng mọi thứ cộng chung lại. Trong trường hợp viên đạn được khai hỏa từ khẩu súng, hóa năng của viên đạn chuyển hóa tức thì thành áp suất chất khí và năng lượng nhiệt trong nòng súng. Năng lượng này sau đó chuyển hóa thành động năng của chuyển động viên đạn cộng với năng lượng âm thanh. Và một phần năng lượng bị tiêu hao do sức cản của không khí. Chính động năng mà viên

đạn có được cuối cùng ngay trước khi nó chạm trúng mục tiêu mới là quan trọng.⁶

Vài thứ có thể xảy ra khi viên đạn chạm trúng mục tiêu. Nếu viên đạn dừng lại bên trong mục tiêu, nó truyền toàn bộ động năng của nó sang mục tiêu, và đồng thời nó truyền động lượng của nó sang mục tiêu. Nó cũng có thể đi xuyên qua mục tiêu và ló ra ở phía bên kia. Trong trường hợp này viên đạn truyền một phần động năng của nó và một phần động lượng của nó sang mục tiêu. Cuối cùng, có khả năng trong trường hợp mục tiêu được bọc giáp tốt, viên đạn có thể dội trở lại. Trong trường hợp này, nó truyền toàn bộ động năng của nó sang mục tiêu, thế nhưng thật ra mục tiêu nhận được nhiều động lượng hơn viên đạn có lúc ban đầu. Bởi vậy, các thuật ngữ như “sức hạ gục” hay “sức chặn đứng”, thường được dùng trong đạn đạo chạm đích, thật ra là vô nghĩa. Sức hạ gục ý nói tới sự truyền động lượng thôi, nhưng trên thực tế chính sự truyền động năng mới gây thiệt hại thật sự. Cái xảy ra với mục tiêu tùy thuộc vào các chi tiết của va chạm và xảy ra trường hợp nào trong ba trường hợp trên, vì thế bạn không thể nói một loại đạn dược (hay súng) nhất định có một sức hạ gục nhất định.

Một trong những vấn đề chính liên quan đến đạn đạo chạm đích là độ đâm xuyên của viên đạn. Một số đo của nó được cho bởi độ sâu va chạm của viên đạn, đó là độ sâu mà viên đạn chạm tới trước khi nó dừng lại. Trong một số trường hợp, viên đạn được thiết kế để thu được độ đâm xuyên tối đa, trong những trường hợp khác chúng được thiết kế để gây thiệt hại tối đa. Thiết kế viên đạn khá khác nhau trong hai trường hợp. Viên đạn được thiết kế cho độ đâm xuyên tối đa được chế tạo sao cho chúng không biến dạng lúc va chạm (hay chí ít, biến dạng càng ít càng tốt). Chúng thường được làm bằng chì tráng một lớp đồng, đồng thau, hoặc thép. Vỏ đạn chỉ đẩy vùng trước của viên đạn. Đặc biệt, các viên đạn xuyên giáp dành cho quân lực nhỏ thường được làm bằng đồng bọc vỏ thép. Đối với những đạn dược lớn hơn như súng trên xe tăng, thì tungsten, nhôm, và magnesium thường được dùng trong đạn pháo.

Mặc dù một số viên đạn được làm cho dẫn ra khi chúng chạm trúng mục tiêu, nhưng loại đạn được này nay bị cấm dùng trong chiến tranh theo Hiệp định Hague năm 1899, Tuyên bố III.

CHƯƠNG 12

HÊ, NHÌN ĐI... NÓ BAY KÌA!

Khí động lực học và những máy bay đầu tiên

Không bao lâu sau khi những máy bay đầu tiên được phát minh, chúng đã trở thành vũ khí quan trọng của chiến tranh. Ban đầu chúng chủ yếu được dùng cho quan sát và trinh thám, nhưng người ta sớm thấy rõ rằng chúng có thể giữ một vai trò quan trọng hơn nhiều. Chúng có thể được dùng để thả bom lên phe địch. Chỉ mười năm sau khi anh em Wright lái chiếc máy bay đầu tiên của họ thì Thế chiến Thứ nhất bùng nổ, thế nhưng khi ấy máy bay đã được sử dụng trong chiến tranh. Năm 1911, quân Italy đã dùng một máy bay thả lựu đạn lên quân Turk ở Lybia. Và chuyện trở nên rõ ràng là máy bay sẽ hữu ích trong chiến tranh, công nghệ gắn liền với chúng phát triển nhanh chóng, và chẳng bao lâu sau khi Thế chiến Thứ nhất bùng nổ chúng đã được sử dụng rộng rãi bởi cả hai phe.

NHỮNG KHÁM PHÁ DẪN TỚI MÁY BAY

Mặc dù ngày trọng đại nhất trong lịch sử máy bay là ngày 17 tháng Mười Hai năm 1903, khi anh em Wright thực hiện chuyến bay đầu tiên của họ trên một cỗ máy có sức đẩy, nặng hơn không khí, thế nhưng đó chẳng phải là nỗ lực đầu tiên mà con người từng cố gắng để bay. Nhiều phát triển quan trọng đã dẫn tới ngày hôm ấy, và tôi sẽ bắt đầu với chúng.

Chúng ta đã thấy trước đây rằng Leonardo da Vinci từng ám ảnh với chuyển động bay. Ông không những quan sát lũ chim chóc bay trong hàng trăm giờ, mà ông còn nghiên cứu luồng không khí và nước xung quanh các vật thể thuộc nhiều hình dạng khác nhau dưới những điều kiện khác nhau. Ông để ý thấy nước chảy nhanh lên khi nó đi vòng qua một tảng đá trên dòng suối, và

ông giả định rằng không khí làm y như vậy. Phần nhiều cố gắng của ông tiến tới thử phát triển một cặp cánh, giống như cặp cánh chim, mà con người có thể dùng để bay. Ông đã không thành công, nhưng ông đã thật sự thiết kế một trục thẳng và một cái dù, và cả hai thiết kế này vận hành được. Ngoài ra, ông còn nói rằng động lực học chất lưu đối với một vật đang chuyển động trong một chất lưu và đối với chất lưu đang chuyển động qua vật đó là giống nhau. Và cuối cùng ông còn nghiên cứu cặn kẽ về lực kéo theo, lực ma sát mà một vật chịu khi nó chuyển động trong một chất lưu.

Tuy nhiên, chính Galileo là người chỉ ra rằng lực kéo theo tác dụng lên một vật đang chuyển động trong một chất lưu tỉ lệ thuận với khối lượng riêng của chất lưu đó, trong đó khối lượng riêng là khối lượng trên đơn vị thể tích. Nhà khoa học Pháp Edme Mariotte tiến thêm một bước nữa vào năm 1673 khi ông chỉ ra rằng lực kéo theo còn tỉ lệ với vận tốc của vật bình phương (v^2).

Tuy nhiên, một trong những khám phá ý nghĩa nhất liên quan đến hàng không học xảy ra vào năm 1738 khi Daniel Bernoulli ở Hà Lan chỉ ra rằng trong một chất lưu đang chảy thì áp suất giảm khi vận tốc của chất lưu tăng. Và tất nhiên điều này áp dụng cho mọi chất lưu, kể cả không khí. Cuối cùng nó được gọi là nguyên lý Bernoulli. Gần như đồng thời khi ấy, nhà hóa học Pháp Henri Pitot giải thích một dụng cụ ông gọi là ống pitot trong đó độ biến đổi vận tốc có thể được đo dễ dàng khi đường kính của ống thay đổi.¹

Một tiến bộ nữa trong việc tìm hiểu lực kéo theo xảy ra vào năm 1759 khi kĩ sư người Anh John Smeaton phát minh ra một dụng cụ dùng để đo lực kéo theo tạo ra trên một bánh guồng chuyển động trong không khí. Ông chỉ ra rằng $D = ksv^2$, trong đó D là lực kéo theo, s là diện tích bề mặt, v là vận tốc của cánh, và k là một hằng số sau này gọi là hệ số Smeaton.

Tuy nhiên, một trong những người quan trọng nhất trong lịch sử hàng không học chính là kĩ sư George Cayley người Anh. Ông thường được xem là người đầu tiên hiểu được phần lớn các nguyên lý nền tảng cơ bản và các lực liên quan trong chuyển động bay, và bởi vậy ông thường được xem là cha đẻ

của khí động lực học. Đặc biệt, ông đã khám phá và nhận ra bốn lực chính gắn liền với chuyển động bay: lực nâng, trọng lực, lực đẩy, và lực kéo theo. Chúng ta sẽ khảo sát chi tiết từng lực một ở phần sau. Ông còn chỉ ra rằng cánh “vòng lên” hay cánh cong tạo ra lực nâng tốt nhất. Chuyên luận ba phần của ông mang tiêu đề “Về Hàng không”, xuất bản vào năm 1809 và 1810, là công trình xưa quan trọng nhất về chuyển động bay bằng máy bay. Phần lớn những ý tưởng cơ bản gắn liền với lực nâng, lực kéo theo, và lực đẩy được trình bày chi tiết trong đó.

Mặc dù Cayley đã thiết kế, chế tạo, và cho bay nhiều tàu lượn, nhưng chính Otto Lilienthal người Đức mới thường được xem là “vua tàu lượn”. Ông đã có một vài tiến bộ quan trọng về tàu lượn treo, và trong quãng đời mình ông đã tiến hành trên hai nghìn chuyến bay trên tàu lượn do chính ông thiết kế. Tuy nhiên, vào tháng Tám năm 1896, trong khi thực hiện một chuyến bay, tàu lượn của ông chết máy. Ông đã cố gắng lấy lại kiểm soát bằng cách điều chỉnh vị trí cơ thể mình, nhưng ông không thành công. Tàu lượn rơi xuống đất từ độ cao năm mươi foot. Ông vẫn còn tỉnh táo lúc người ta chạy tới giúp đỡ, nhưng chẳng bao lâu sau thì ông tắt thở.

Người Mỹ đầu tiên có những đóng góp quan trọng cho ngành hàng không là Octave Chanute, một kỹ sư dân sự ở Chicago, Illinois. Ông cho xuất bản quyển sách *Tiến bộ về Những chiếc máy biết bay* vào năm 1894, nó là khảo luận đầy đủ nhất nghiên cứu về hàng không nặng hơn không khí tính đến khi ấy. Và mặc dù ông đã thiết kế nhiều tàu lượn và đã phát minh ra cánh giằng “dây chống”, nhưng ông chưa từng lái chiếc tàu lượn nào của mình. Có lẽ ông được nhớ tới nhất vì sự quan tâm và khích lệ mà ông dành cho anh em Wright. Thật vậy, ông đã đến thăm lán trại của họ ở gần Kitty Hawk, Bắc Carolina, vào năm 1901, 1902, và 1903 – những năm quan trọng trong việc phát triển chiếc máy bay đầu tiên của họ.

ANH EM WRIGHT

Mặc dù nhiều người đã có những đóng góp quan trọng, nhưng anh em Wright ở Dayton, Ohio, mới đáng được vinh danh với việc thiết kế và chế tạo chiếc tàu bay nặng hơn không khí có động cơ đẩy đầu tiên chở thành công một người lên không trung. Điều này xảy ra vào ngày 17 tháng Mười Hai, 1903. Đóng góp chính của họ cho hàng không học thường được xét đến là phát minh của họ về bộ điều khiển ba trục, nó cho phép phi công giữ thăng bằng và bẻ lái máy bay một cách hiệu quả.²

Orville và Wilbur Wright lớn lên ở Dayton, Ohio. Họ là hai con út trong tám người con, và theo đa số các nhà viết tiểu sử thì niềm đam mê bay lượn của họ đã khởi xuất lúc còn nhỏ khi cha họ mua cho họ một chiếc trục thăng đồ chơi chạy bằng một dây cao su. Wilbur lớn hơn Orville bốn tuổi. Cả hai anh em đều chưa học xong phổ thông, nhưng họ trở nên đam mê việc xuất bản báo chí sau khi họ xây xong một xưởng in. Họ khởi nghiệp với tờ West Side News và sau này còn xuất bản những tờ báo khác.³



Orville Wright

Vào năm 1892, họ mở một cửa hàng bán và sửa xe đạp. Vài năm sau, năm 1896, họ bắt đầu bán ra những chiếc xe đạp do họ chế tạo. Chính trong khoảng thời gian này công trình của Otto Lilienthal ở Đức đã thu hút sự chú ý của họ. Lilienthal đã chế tạo và bay thử vào tàu lượn. Công trình của ông truyền cảm hứng cho họ, và họ bắt đầu đọc về những thành tích hào hứng của Cayley và Canute trên thực địa, và vào năm 1899 họ bắt đầu thí nghiệm riêng của mình. Là ông anh, nên Wilbur là lãnh đạo của đội.



Wilbur Wright

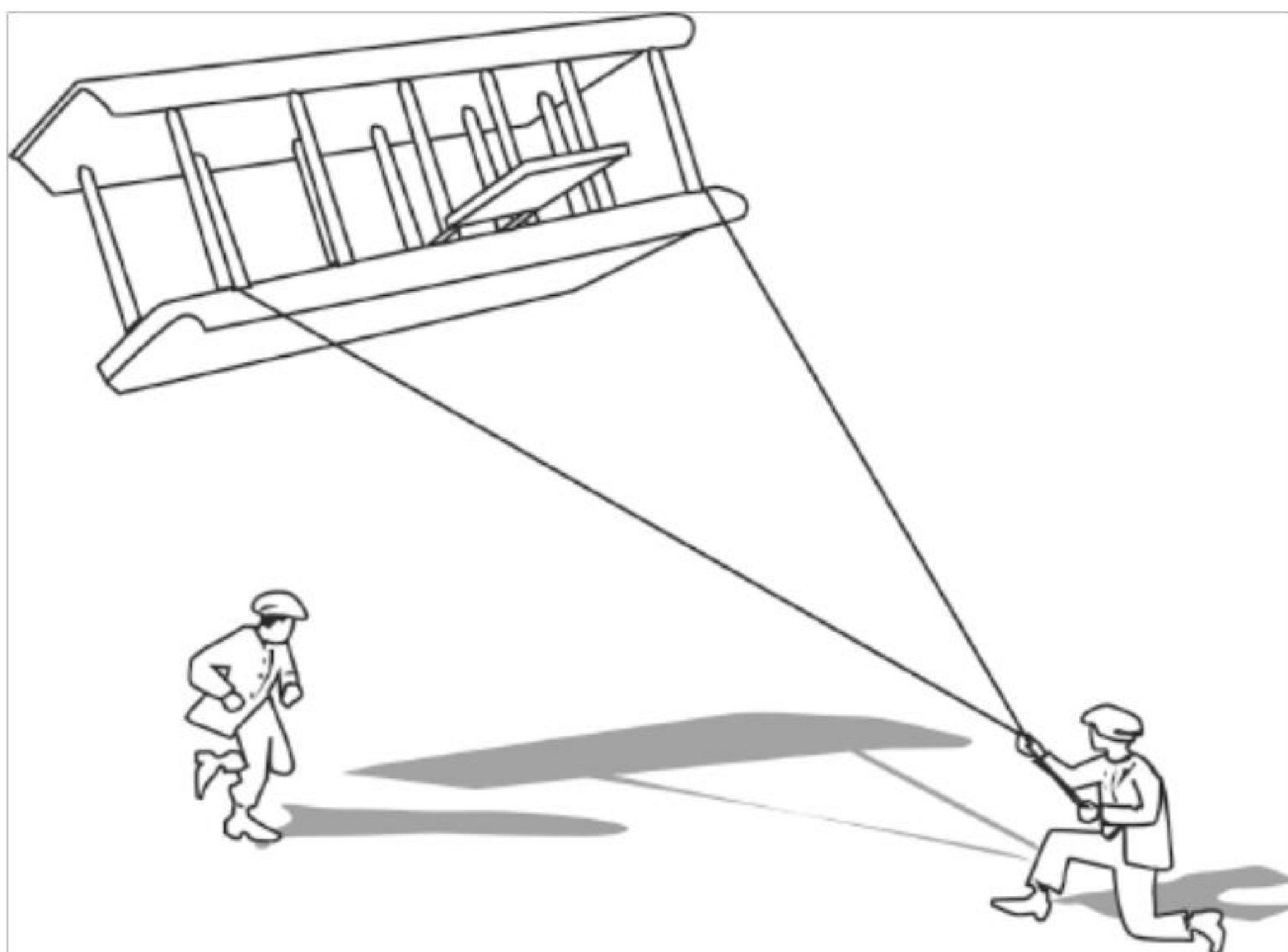
Trong những thập niên trước đó, người ta đã sử dụng một vài cách tiếp cận khác nhau trong nhiều nỗ lực để bay, nhưng anh em Wright xác định cách tốt nhất là tạm gác lại chuyển động bay có sức đẩy cho đến khi họ giải quyết được mọi vấn đề gắn liền với tàu lượn. Đặc biệt, họ tin rằng phi công phải có toàn quyền kiểm soát máy bay vào mọi lúc, sử dụng một hệ thống để nghiêng, rẽ hướng, và thay đổi độ cao. Họ quyết định thiết kế một hệ thống như thế trước khi bổ sung động cơ cho máy bay. Họ sớm phát hiện “sự vênh cánh”, trong đó các dây điều khiển dùng để xoay lật hay làm vênh đoạn ngoài của đôi cánh sao cho máy bay có thể nghiêng đúng cách. Việc làm vênh cánh được

điều khiển bằng bốn dây, bố trí sao cho hai cánh hoạt động phối hợp với nhau. Khi lực nâng ở một cánh tăng lên, thì lực nâng ở cánh kia sẽ giảm.

Khi tàu lượn của họ cuối cùng đã sẵn sàng bay, họ viết thư cho Canute, hỏi ông nơi nào tốt nhất để bay thử. Canute đề xuất một vài nơi, nhưng nơi khiến họ quan tâm nhất là Kitty Hawk, Bắc Carolina. Ở đó có những làn gió nhẹ tuyệt vời từ Đại Tây Dương thổi vào sẽ thật hữu ích, và nó có bờ cát mịn để tiếp đất. Họ quyết định đó là nơi lí tưởng, và vào mùa thu năm 1900 họ đi đến Kitty Hawk cùng với tàu lượn của mình. Đó là một chiếc “boong kếp” với hai cánh, và phía trên mỗi cánh có một mặt vồng lên (cong). Nó không có đuôi, vì lúc ấy họ thấy cái đuôi chẳng cần thiết lắm.

Họ thử cả hai phương án có người điều khiển và không người điều khiển, nhưng khi tàu lượn không người điều khiển họ đặt thêm vật nặng để bù cho trọng lượng của phi công. Wilbur là phi công trong các chuyến bay có người lái; ông nằm trườn bụng trên cánh dưới. Trong mọi lần thử, tàu lượn chỉ ở cách mặt đất chừng mười foot, và nó có các dây buộc giữ lại. Họ đặc biệt hào hứng trong việc thử nghiệm thiết bị làm vênh cánh mà họ gắn vào tàu lượn. Như võ lẽ, họ vô cùng hài lòng với sự hoạt động suôn sẻ của nó. Tuy nhiên, đã có phương trình Smeaton để tính lực nâng, họ thất vọng thấy lực nâng dường như quá nhỏ so với phương trình dự đoán. Tuy vậy, nói chung họ hài lòng với những kết quả của mình và biết rằng cần có thêm cải tiến.⁴

Trong vài tháng sau đó, họ làm việc cuống cuồng để chế tạo một chiếc tàu lượn mới. Nó có sải cánh lớn hơn nhiều, và có những cải tiến trên thiết bị làm vênh cánh. Lần này họ tới Kitty Hawk vào tháng Bảy, và trong tháng Bảy và tháng Tám họ đã thực hiện khoảng một trăm chuyến bay với cự li đa dạng từ hai mươi đến bốn trăm foot. Mọi thứ đều có vẻ diễn ra suôn sẻ, nhưng một lần nữa họ thất vọng với lực nâng mà tàu lượn đem lại. Nó thấp dưới mức – chỉ khoảng một phần ba – giá trị mà phương trình Smeaton dự đoán, và họ bắt đầu nghi vấn về độ chuẩn xác của phương trình.



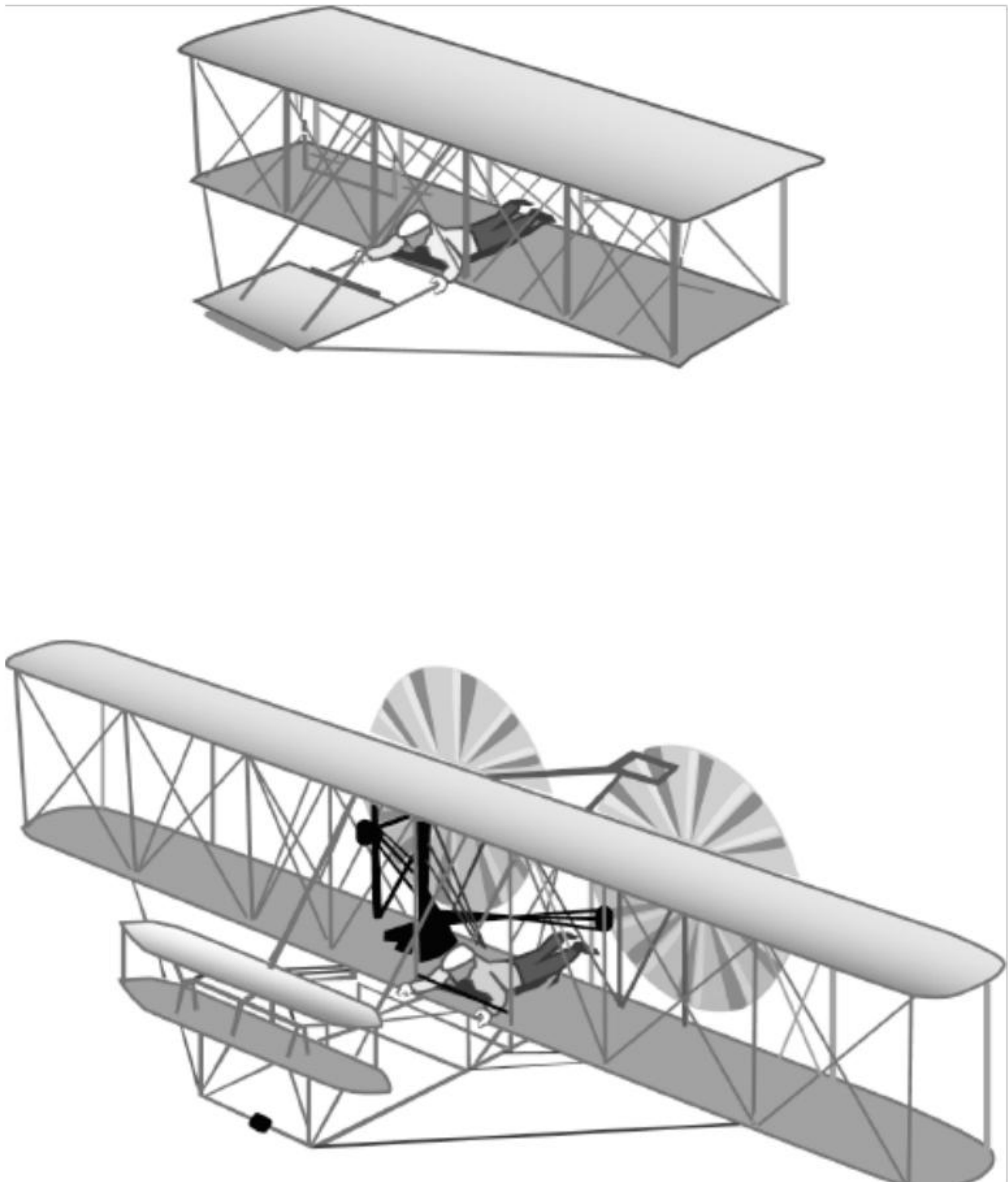
Tàu lượn đầu tiên của anh em Wright

Một trong những yếu tố trong phương trình ấy là một hằng số gọi là hằng số Smeaton. Giá trị của nó đã được tính ra trong những năm trước đó và đã trở thành giá trị được chấp nhận, nhưng anh em Wright đoán chắc rằng nó không đúng, và chỉ có một cách duy nhất để chứng minh. Họ phải xây dựng một đường hầm gió; và thật vậy, trong năm sau đó họ đã xây dựng một đường hầm gió trong cửa hàng xe đạp của họ. Nó dài sáu foot, và từ tháng Mười đến tháng Mười Hai năm 1901 họ đã kiểm tra hai trăm hình dạng cánh khác nhau, so sánh các kết quả thực nghiệm của họ với các dự đoán của phương trình Smeaton. Và quả thật họ đã đúng; hằng số Smeaton là không đúng. Không những họ hiệu chỉnh phương trình, mà họ còn học được rất nhiều thứ về cánh máy bay. Như lời Fred Howard, một trong những nhà viết tiểu sử về họ, “Chúng là những thí nghiệm khí động lực học quan trọng nhất và thành công nhất từng được tiến hành trong một khoảng thời gian ngắn chỉ với một vài vật liệu và chi tiết không tốn kém lắm.”⁵ Các thử nghiệm cũng cho thấy các cánh dài, hẹp hơn thì tốt hơn cái họ đang sử dụng.

Với hiểu biết mới của mình, anh em Wright hăm hở bắt tay vào chế tạo một tàu lượn mới. Nó có cánh dài hơn, hẹp hơn với mặt vòng lên giảm bớt. Lúc này họ cũng nhận thấy rằng việc làm vênh cánh gây ra một lực kéo theo nữa tại đầu cánh, và họ phải đưa nó vào xem xét. Cuối cùng, họ còn gắn thêm vào mẫu mới của họ một cái đuôi với một bánh lái. Tuy nhiên, họ sớm tìm thấy trong những thử nghiệm ban đầu rằng, bánh lái thẳng đứng trên đuôi là quan trọng không chỉ trong việc rẽ hướng, mà cả trong việc rẽ nghiêng và khi hạ độ cao sau khi rẽ. Bây giờ họ có “bộ điều khiển ba trục”: vênh cánh để nghiêng lật, bánh lái độ cao để chao liệng (chuyển động lên xuống), và bánh lái phía sau để rẽ hướng (chuyển động sang bên). Và từ tháng Chín đến tháng Mười năm 1902 họ đã tiến hành một nghìn thử nghiệm. Lúc này họ đã sẵn sàng gắn động cơ cho tàu lượn để đẩy nó.

Loại động cơ nào là tốt nhất? Rõ ràng nó phải càng nhẹ càng tốt, và do vậy, họ quyết định nó phải làm bằng nhôm. Họ đã kiểm tra với một vài nhà sản xuất động cơ, nhưng không ai có thể sản xuất kiểu động cơ mà họ muốn, vì thế họ quyết định tự mình chế tạo nó. May mắn thay, anh thợ máy ở cửa hàng xe đạp của họ là một chuyên gia về động cơ. Họ nói với anh ta cái họ muốn, và trong vòng sáu tuần lễ anh ta đã hoàn thành nó. Nó được đúc bằng nhôm, và như thường gặp lúc ấy, nó có hệ thống bơm nhiên liệu rất thô sơ; xăng được đưa vào nhờ trọng lực.

Chiếc Flyer I, như họ gọi, có sải sánh chỉ nhỉnh bốn mươi foot và cân nặng 605 pound, và nó có một động cơ mười hai mã lực. Nó được làm bằng gỗ vân sam, với hai cánh bọc muslin. Cánh quạt dài tám foot và được thiết kế để tối đa hóa lực nâng. Sau một số suy nghĩ họ quyết định sử dụng thiết kế “cánh đẩy” với các cánh gắn phía sau phi công để chúng đẩy con tàu chứ không hút lấy nó.



Ảnh trên: Mẫu tàu lượn năm 1901 của anh em Wright

Ảnh dưới: Mẫu năm 1903 trong đó họ thực hiện chuyến bay đầu tiên được cấp sức đẩy mười hai mã lực.

Khi cuối cùng đã sẵn sàng, họ mang tàu lượn đến Kitty Hawk, hay chính xác hơn, một địa điểm thuộc Kitty Hawk gọi là Kill Devil Hills, nơi gồm những đụn cát cao tới một trăm foot. Họ tới lán trại của mình vào đầu tháng Mười Hai, 1903. Sau một trì hoãn do cánh đẩy bị gãy, họ bắt đầu các thử nghiệm vào

ngày 14 tháng Mười Hai. Một lần nữa lại có trục trặc, nhưng họ nhanh chóng khắc phục được; rồi đến cái ngày lịch sử ấy: 17 tháng Mười Hai. Cố gắng đầu tiên được thực hiện bởi Orville; nó gồm một chuyến bay 120 foot trong thời gian mười hai giây. Hai chuyến bay tiếp theo lần lượt đi được 175 và 200 foot. Wilbur và Orville thay phiên nhau làm phi công. Lần đầu tiên trong lịch sử thế giới, một con người bay lượn trên một chiếc máy bay có sức đẩy đi được một quãng đường đáng kể. Anh em Wright ngây ngất; họ gửi điện báo cho bố mình nhờ ông ta thông tin đến báo chí. Thật bất ngờ, Tạp chí Dayton từ chối đăng tải câu chuyện, họ nói các chuyến bay đó quá ngắn thành ra đâu có gì quan trọng. Thế nhưng tin tức về sự kiện ấy rò rỉ sang những tờ báo khác, họ nhanh chóng đăng tải một câu chuyện hết sức không chính xác làm nản lòng anh em nhà Wright. Các vấn đề sớm được làm sáng tỏ, nhưng lạ thay, câu chuyện thoát đầu chẳng mấy thu hút công chúng.

Anh em nhà Wright tiếp tục chế tạo chiếc Flyer II của họ vào năm 1904, và nó được thử nghiệm ở gần nhà hơn, trên một khoảng đồng trống cách Dayton chừng tám dặm. Không có “gió biển” thổi, việc cất cánh khó khăn hơn, nên họ chế tạo một máy phóng nhờ vật nặng để việc cất cánh dễ dàng hơn. Tuy nhiên, chiếc máy bay mới ấy có sức đẩy lớn hơn, và họ sớm cho nó bay theo vòng tròn. Vào ngày 20 tháng Chín, 1904, họ bay vòng tròn hoàn chỉnh đầu tiên, nhưng đến ngày 1 tháng Mười Hai họ đã bay được gần ba dặm trong bốn vòng tròn phía trên lán trại của mình.

Năm 1905, họ chế tạo Flyer III. Nó có một cải tiến chính: cả ba trục – lên xuống, nghiêng lật, và rẽ hướng – nay đã có bộ điều khiển độc lập của chúng. Một chuyến bay gần hai mươi lăm dặm đã được thực hiện trong những thử nghiệm này.

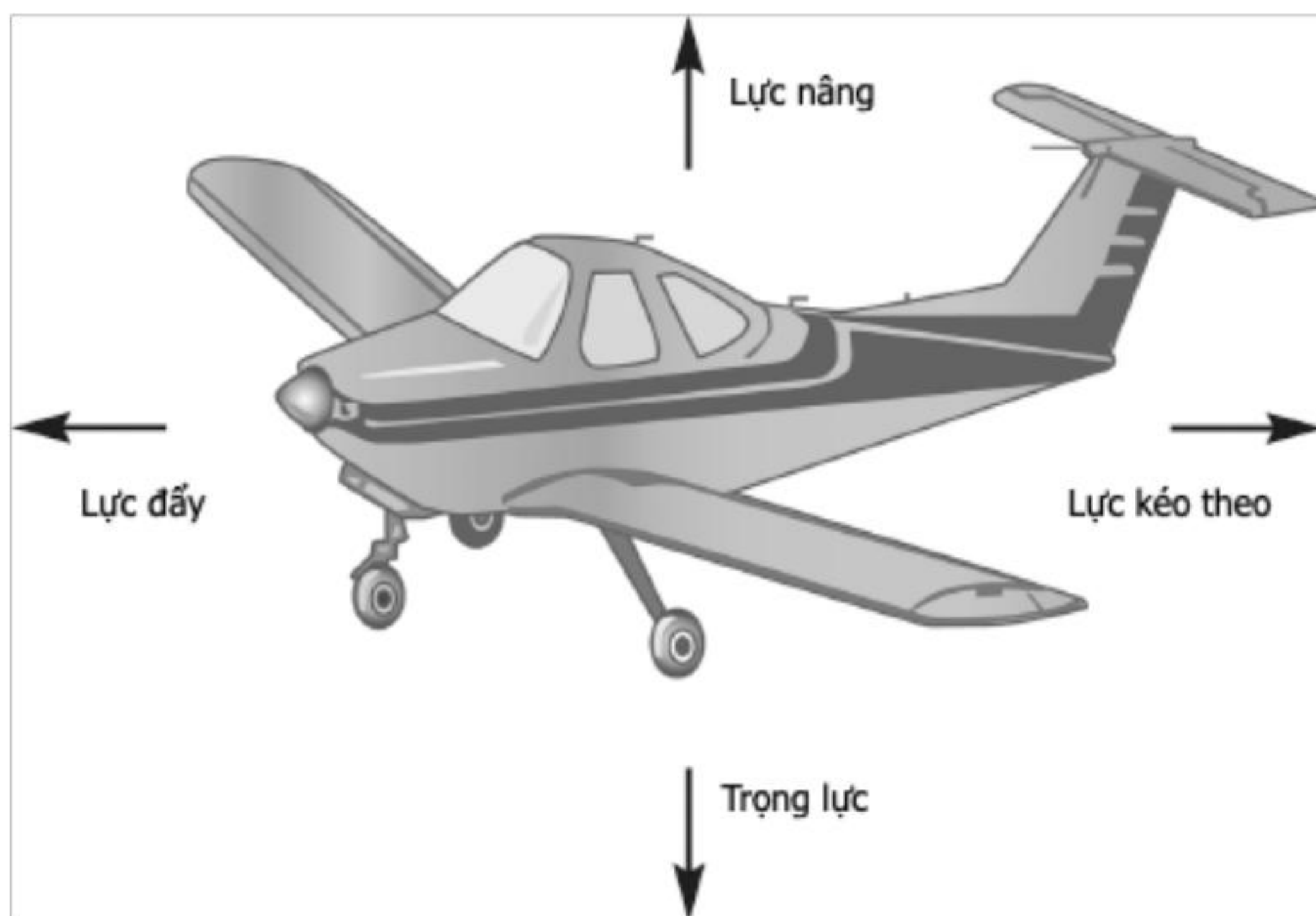
MÁY BAY BAY ĐƯỢC LÀ DO ĐÂU?

Đa số mọi người đều có một kiểu ý tưởng nào đó về cách thức và nguyên nhân máy bay bay được, thế nhưng ít người thật sự hiểu được nó

tường tận. Thật vậy, có rất nhiều thông tin sai lạc trong các sách nói về câu hỏi này. Lực nâng có thể đến từ cánh quạt, động cơ phản lực, hoặc tên lửa, nhưng ở đây chúng ta sẽ chỉ nói về cánh quạt thôi. Có ba cách tiếp cận để trả lời câu hỏi này. Thứ nhất là cái gọi là lời giải thích đơn giản, và nó dựa trên nguyên lý Bernoulli mà chúng ta đã thảo luận ở phần trước. Và tất nhiên còn có cách tiếp cận toán học cao cấp dựa trên các nguyên lý hàng không học – cách tiếp cận mà các kỹ sư hàng không học dùng để thiết kế máy bay – nó nằm ngoài phạm vi của cuốn sách này. Cách tiếp cận thứ ba là cái chúng ta sẽ gọi là lời giải thích vật lý, nó dựa trên vật lý học. Nó có thể hơi phức tạp, nhưng chúng tôi sẽ cố giữ cho nó càng đơn giản càng tốt. Dẫu sao, nó là lời giải thích chính xác nhất ở mức độ này. Nó dựa trên nguyên lý Bernoulli, nhưng nó chỉ ra nhiều thứ hơn chứ không riêng gì nguyên lý này.⁶

Ở phần này tôi sẽ bắt đầu với cách tiếp cận đơn giản nhất bởi lẽ nó dễ hiểu nhất. Trước hết, trong lúc máy bay cất cánh và hạ cánh, cũng như khi máy bay đang bay, có bốn lực tác dụng lên nó: lực nâng, trọng lực, lực đẩy, và lực kéo theo. Như tên gọi cho biết, lực nâng là lực nâng máy bay lên khỏi mặt đất. Nó được tạo ra bởi sự tương tác giữa đôi cánh và không khí mà chúng lướt qua. Theo nguyên lý Bernoulli, áp suất không khí ở phía trên cánh giảm khi máy bay bắt đầu chuyển động vì không khí phía trên cánh chuyển động nhanh hơn so với không khí dưới mặt đất. Máy bay chuyển động càng nhanh thì độ giảm áp suất phía trên cánh càng lớn. Điều này tạo ra một chênh lệch áp suất giữa phía trên và phía dưới cánh, tạo ra một hợp lực hướng lên trên.⁷

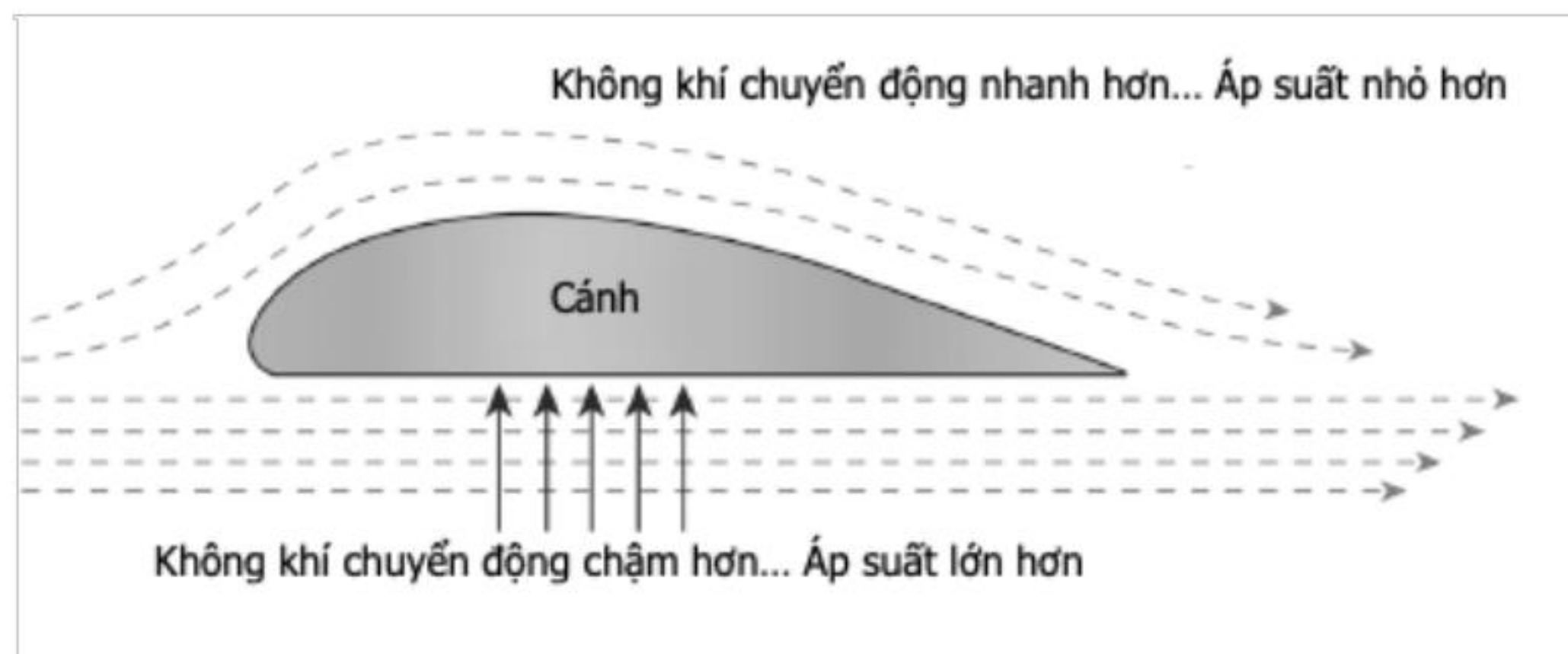
Ngược với lực nâng là một lực do sức nặng của máy bay, đó là trọng lực. Trong lúc cất cánh, lực nâng tăng dần dưới dạng một lực hướng lên tác dụng lên cánh, và khi cuối cùng nó lớn hơn trọng lượng của máy bay thì máy bay cất cánh. Tóm lại, máy bay rời khỏi mặt đất.



Bốn lực tác dụng lên một máy bay

Lực thứ ba, đó là lực đẩy, là lực làm máy bay chuyển động về phía trước. Nó có thể được tạo ra bởi một cánh quạt, một động cơ phản lực, hoặc một tên lửa, nhưng ở đây chúng ta sẽ hạn chế phân tích của mình với sức đẩy do cánh quạt tạo ra. Cánh quạt được làm cong sao cho khi nó quay tròn nó đẩy không khí ra phía sau. Nó rất giống cánh máy bay ở chỗ tạo ra được hiệu áp suất, với áp suất không khí thấp hơn ở phía trước cánh quạt và áp suất không khí cao hơn ở phía sau nó. Điều này tạo ra một lực đẩy làm máy bay chuyển động về phía trước. Thế nhưng, một lần nữa, có một lực cản trở nó. Khi máy bay bắt đầu chuyển động trong không khí có sự ma sát giữa nó và không khí, và lực ma sát này được gọi là lực kéo theo. Một lần nữa, lực đẩy phải lớn hơn lực kéo theo để máy bay chuyển động về phía trước, vì hai lực ngược chiều nhau. Như đa số mọi người đều biết, lực kéo theo có thể giảm tối thiểu bằng cách uốn hình dạng của vật chuyển động. Hình “giọt nước mắt” là tốt nhất để giảm thiểu lực kéo theo.

Nếu lực nâng lớn hơn trọng lượng của máy bay, và lực đẩy lớn hơn lực kéo theo, thì máy bay rời khỏi mặt đất. Bởi thế, về cơ bản máy bay bay được là do nguyên lí Bernoulli, đó là lời giải thích được nêu ra trong đa số sách vở và báo chí đại chúng. Thế nhưng nếu bạn xét kĩ vào lời giải thích này, thì bạn dễ thấy rằng nó chưa hoàn chỉnh. Cánh không có mặt vòng (cong) cũng tạo ra lực nâng, và nếu bạn tính cần vòng lên bao nhiêu để một máy bay nhỏ cất cánh, bạn sẽ thấy độ dài phía trên cánh phải lớn hơn 50 phần trăm so với độ dài phía dưới. Điều này trông giống chiếc cánh được vẽ trong hình bên dưới, và chúng ta biết rằng ở đa số máy bay độ dài phía trên cánh chỉ lớn hơn độ dài phía dưới chừng 2 phần trăm thôi.



Lời giải thích đơn giản về lực nâng bằng nguyên lí Bernoulli

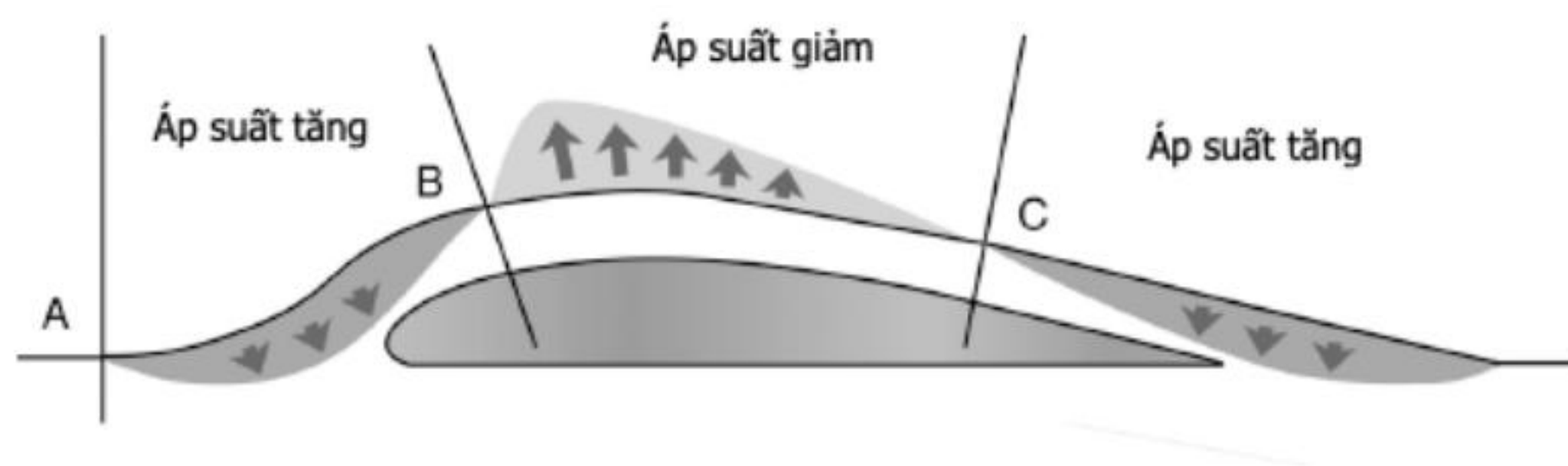
LỜI GIẢI THÍCH VẬT LÝ, CHÍNH XÁC HƠN VỀ LỰC NÂNG

Giải thích đơn giản ở trên có nhiều trục trặc. Trước tiên, nó dựa trên cái gọi là nguyên lí thời gian đi bằng nhau. Nguyên lí này nói rằng phần không khí hay thể tích không khí đi qua phía trên cánh cùng đổ về và nhập lại tại cạnh kéo lê với phần không khí hay thể tích không khí đi bên dưới. Các thí nghiệm đường hầm gió cho thấy điều này không đúng. Thể tích không khí đi qua phía trên cánh đi tới cuối cánh trước khi thể tích bên dưới đi tới nó.

Hơn nữa, kiểu giải thích Bernoulli bỏ qua thực tế rằng công được thực hiện bởi lực nâng. Sự nâng lên rõ ràng cần nguồn cấp năng lượng và một lực.

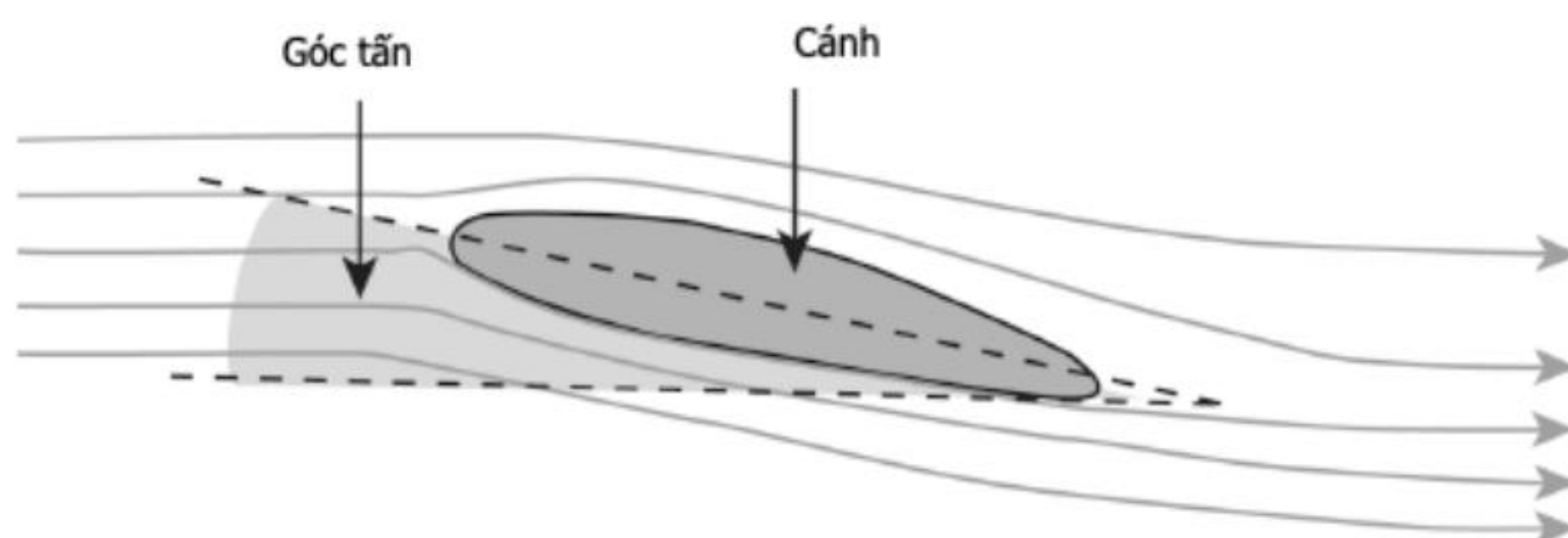
Và điều này liên quan đến định luật Newton thứ nhất. Như ta đã thấy trước đây, định luật Newton thứ nhất nói rằng một vật đứng yên sẽ tiếp tục đứng yên, và một vật chuyển động sẽ tiếp tục chuyển động thẳng trừ khi chịu một lực ngoài tác dụng. Trong cách lí giải Bernoulli không có bằng chứng của một lực ngoài tác dụng. Các đường dòng phía trên và phía dưới cánh là như nhau trong cách lí giải này. Nhưng trên thực tế ta dễ thấy rằng có uốn cong của dòng không khí; điều này có nghĩa là có một gia tốc, và do đó phải có một lực tác dụng lên cánh (định luật Newton thứ hai: $F = ma$).

Hãy xét lực này. Định luật Newton thứ ba cho chúng ta biết rằng ứng với mỗi tác dụng có một phản tác dụng bằng về độ lớn. Ta dễ dàng chỉ ra rằng tác dụng trong trường hợp này là lực do cánh thực hiện lên không khí. Phản tác dụng là lực nâng do tác dụng này gây ra. Ta có thể hiểu điều này tốt hơn nếu ta trở lại với định luật Newton thứ hai. Các biến trong bài toán của chúng ta bao gồm lực tác dụng lên cánh, nó bằng khối lượng không khí đang chuyển động xuống dưới nhân với độ biến thiên vận tốc không khí. Đây là lực nâng tác dụng lên cánh, và thực tế nó là lượng không khí chuyển động xuống dưới trên mỗi giây nhân với vận tốc không khí hướng xuống dưới. Vì thế, nhìn tổng thể, chính vận tốc hướng xuống của không khí đem lại lực nâng. Tôi cũng nên nói rõ rằng vận tốc hướng xuống bên dưới cánh được gọi là vận tốc cuộn xuống (nó tạo ra áp suất tăng), và có một vận tốc cuộn lên ở đầu trước cánh cũng tạo ra áp suất tăng.



Lời giải thích vật lí, chính xác hơn về lực nâng, cho thấy vị trí của áp suất tăng và giảm.

Kiểu giải thích Bernoulli còn bỏ qua một thứ khác là góc tấn. Đây là góc giữa cánh (hay một đường đi qua tâm cánh) và không khí đang tiến tới. Nó có tác dụng lớn đối với lực nâng. Khi góc tấn tăng, không khí bị trệch hướng qua một góc lớn hơn và thành phần thẳng đứng của vận tốc tăng lên. Điều này gây ra một sự gia tăng lực nâng. Tuy nhiên, rốt lại, ở góc chừng 15 độ thì lực nâng đạt tối đa, và vượt quá góc này thì lực nâng giảm.



Hình vẽ cánh cho thấy góc tấn.

CÁC CHI TIẾT VỀ LỰC KÉO THEO

Lực kéo theo là một lực cơ học, và để có nó, vật phải tiếp xúc với không khí. Tất nhiên, đây chính là trường hợp cánh máy bay chuyển động trong không khí. Nói đơn giản, nó là lực ma sát giữa không khí và cánh, và nó được tạo ra bởi sự chênh lệch vận tốc giữa cánh và không khí. Ngoài ra, nó tác dụng trực tiếp đối với chiều chuyển động của máy bay. Và cuối cùng, nó được phân loại là lực ma sát khí động lực học.⁸

Có ba loại lực ma sát kéo theo: ma sát bề mặt, ma sát hình dạng, và ma sát cảm ứng. Ma sát bề mặt là lực ma sát giữa các phân tử không khí đang chuyển động và các phân tử của bề mặt rắn của cánh, vì thế nó phụ thuộc vào sự tương tác giữa các phân tử này. Điều này có nghĩa là một bề mặt rất trơn nhẵn sẽ có ma sát bề mặt thấp hơn một bề mặt gồ ghề. Nó còn phụ thuộc vào độ nhớt của không khí, trong đó độ nhớt là một số đo về mức cản trở nội của

một chất lưu chống biến dạng. Ví dụ, mật đường có độ nhớt lớn hơn nước. Khi không khí tiếp xúc với một bề mặt chuyển động, không khí sẽ cố bám theo bề mặt đó. Nói cách khác, nó có một kiểu “kết dính”; bởi vậy, vận tốc tương đối giữa cánh và không khí tại mặt cánh là bằng không. Tuy nhiên, khi bạn dời ra xa cánh, thì vận tốc này dần tăng lên.

Ma sát hình dạng là một lực cản trở khí động lực học đối với chuyển động của một vật trong không khí, phụ thuộc vào hình dạng của vật đó. Hình dạng càng thuôn thì ma sát hình dạng càng nhỏ. Hình giọt nước mắt là một trong những hình dạng có ma sát hình dạng nhỏ nhất. Loại ma sát này đặc biệt quan trọng trong trường hợp xe ô tô; chúng ta uốn các góc của chúng để làm giảm loại lực kéo theo này càng nhiều càng tốt, nhờ đó làm tăng hiệu suất nhiên liệu của ô tô.

Ma sát cảm ứng xuất hiện ở gần đầu mút của cánh uốn cong hoặc biến dạng. “Độ cong hiệu dụng” gây ra một chênh lệch áp suất giữa phía trên và phía dưới của vùng gần đầu mút cánh. Nó được gọi là ma sát cảm ứng vì nó được gây ra bởi tác dụng của các xoáy ở gần đầu mút cánh. Độ lớn của nó phụ thuộc vào hình dạng cánh và lượng lực nâng mà chúng tạo ra. Cánh càng dài, càng mỏng thì lực kéo theo cảm ứng càng nhỏ.

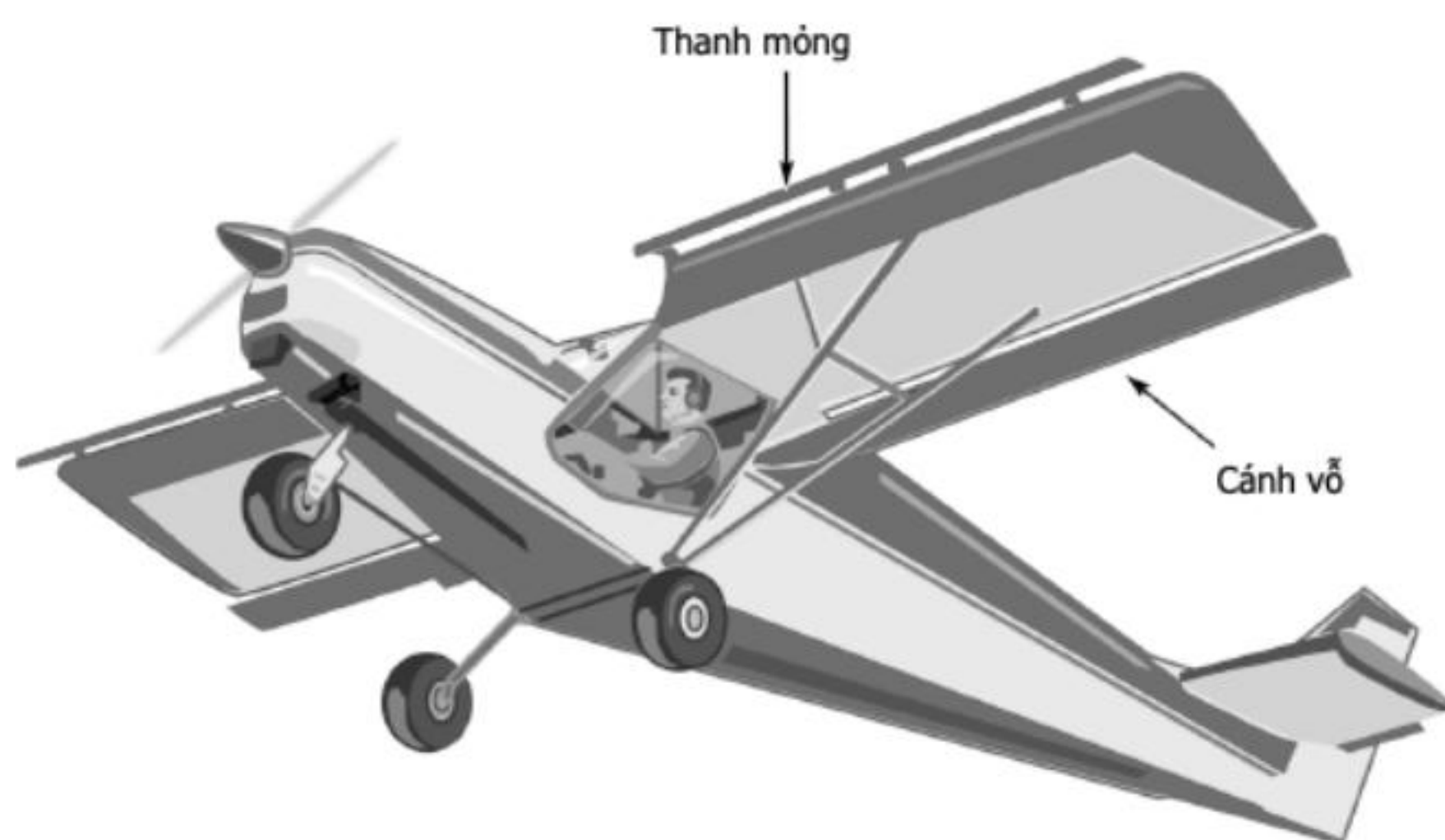
LÁI VÀ ĐIỀU KHIỂN MÁY BAY

Như ta đã thấy ở phần trước, sau nhiều thử nghiệm anh em Wright cuối cùng đã phát triển được một bộ điều khiển ba trục hiệu quả cho phép họ kiểm soát và điều khiển đúng cách máy bay của họ. Vành cánh dùng cho nghiêng lật, hay chuyển động mạn bên, và bánh lái độ cao trên đôi cánh để điều khiển chuyển động lên xuống, hay chao liệng, còn bánh lái phía sau dùng để điều khiển chuyển động qua lại, hay rẽ hướng. Tuy nhiên, trong vòng vài năm, Glenn Curtiss ở New York đã phát triển cái ngày nay gọi là các cánh nhỏ thay thế cho sự vênh cánh của anh em Wright. Cánh nhỏ là những mặt điều khiển nhỏ gắn với rìa xé gió của cánh.

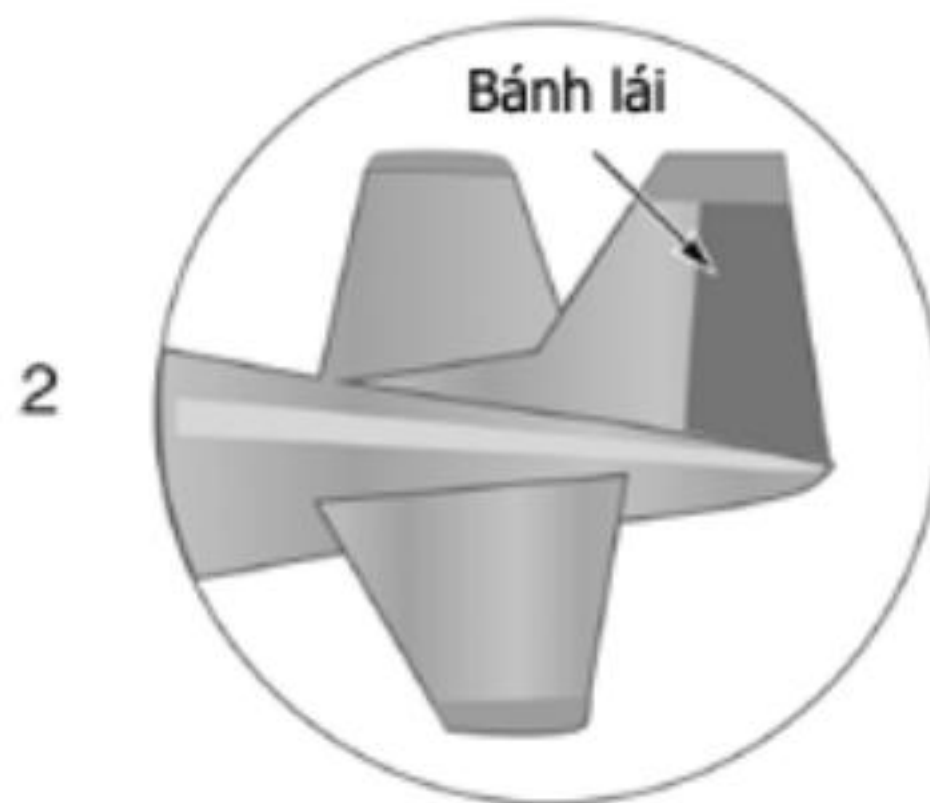
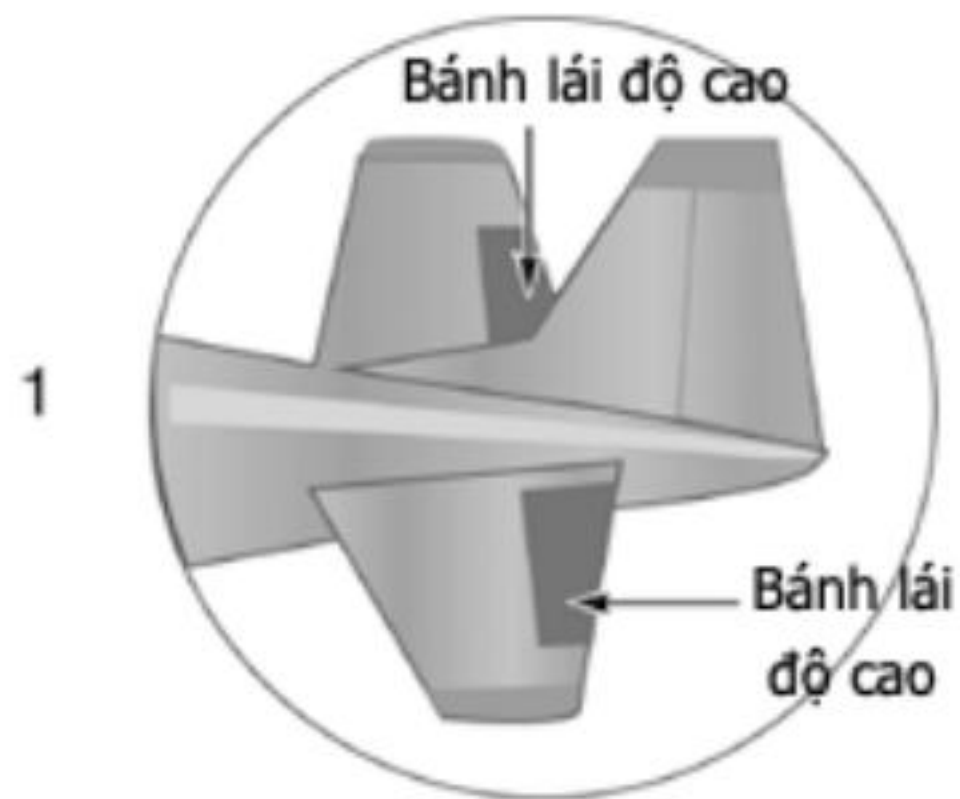
Vậy làm thế nào chúng ta giữ được kiểm soát đối với một máy bay? Như đã rõ, mỗi việc cất cánh, hạ cánh, và bay lượn đều phải thăng bằng và phải điều khiển khác nhau. Cánh thường được thiết kế cho lượng lực nâng thích hợp, cùng với tối thiểu lực kéo theo, trong lúc bay lượn. Thế nhưng điều khá rõ ràng là mọi thứ phải khá khác nhau trong lúc cất cánh và hạ cánh. Tốc độ của máy bay nhỏ hơn nhiều vào lúc này, và máy bay phải được điều chỉnh đúng. Và đây là chỗ các thanh mỏng và cánh vồ xuất hiện. Không có chúng phi công sẽ không thể nào cất cánh hay hạ cánh được.

Thanh mỏng là những mặt gắn bản lề trên cạnh xé gió của cánh dùng để giảm tốc độ của máy bay để nó có thể an toàn cất cánh và hạ cánh. Chúng làm giảm quãng đường cần thiết cho cất cánh lẫn hạ cánh. Khi chúng xòe ra về phía dưới từ cạnh xé gió của cánh, chúng làm thay đổi hiệu quả hình dạng của cánh để tạo ra nhiều lực nâng hơn lúc cất cánh và nhiều lực kéo theo hơn lúc hạ cánh.

Cánh vồ thực hiện chức năng giống như vậy, nhưng chúng được gắn trên cạnh trước của cánh. Một lần nữa, chúng được dùng để tạm thời làm thay đổi hình dạng của cánh nhằm tăng lực nâng. Trên thực tế, chúng tạm thời làm thay đổi góc tấn. Sử dụng chúng, phi công có thể bay ở tốc độ thấp hơn trong lúc cất cánh và có thể hạ cánh trên đoạn đường ngắn hơn.



Thanh mỏng và cánh vồ trên máy bay.



Phần đuôi cho thấy bánh lái, bánh lái độ cao, và cánh cho thấy cánh nhỏ.

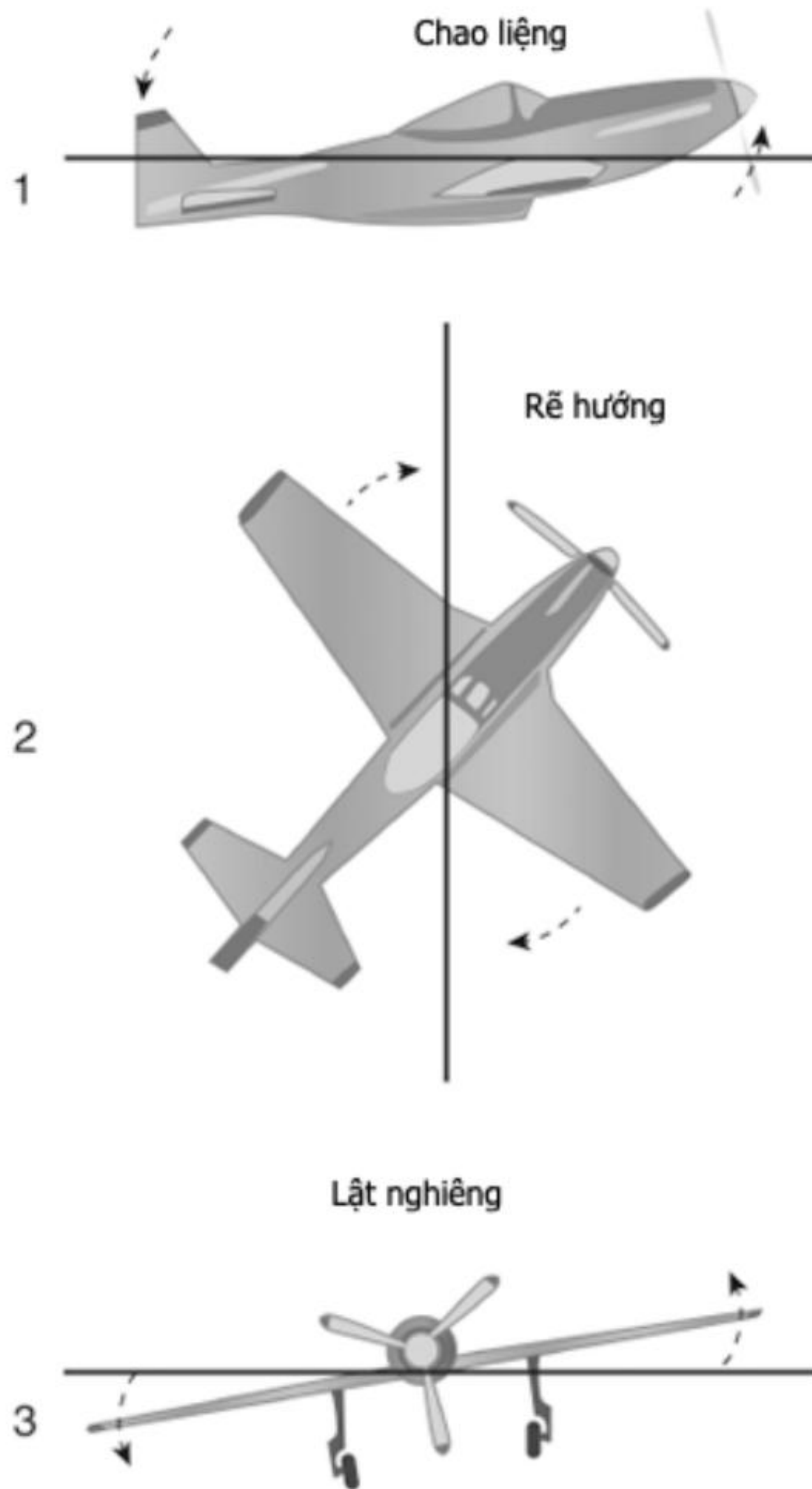
Phần đuôi của máy bay có hai cánh nhỏ được gọi là bộ thăng bằng ngang và thẳng đứng. Chúng là các cánh vổ dùng để điều khiển hướng của máy bay. Các cánh vổ trên cánh đuôi nằm ngang được gọi là bánh lái độ cao, và chúng được dùng để làm máy bay chuyển động lên xuống. Chúng làm thay đổi góc tấn hiệu dụng của bộ thăng bằng ngang, làm tăng lực nâng lên phần sau

của máy bay, làm phần mũi lệch xuống. Cánh đuôi thẳng đứng thực hiện chức năng như bánh lái trên tàu thuyền. Nó làm máy bay di chuyển sang trái sang phải.

Trở lại với cánh chính, chúng ta có các cánh nhỏ, chúng nằm gần phần cuối mỗi cánh. Một lần nữa, chúng là các cánh vổ cho phép máy bay nghiêng, hay liệng, sang phải hoặc sang trái. Có một cánh nhỏ trên mỗi cánh, và chúng hoạt động ngược nhau; nói cách khác, khi cánh này lật lên thì cánh kia lật xuống. Do đó tạo ra thêm lực nâng ở một cánh, giúp máy bay nghiêng lật hoặc xoay vòng.

Một câu hỏi đặt ra ở đây là, máy bay lật nghiêng như thế nào? Điều này cũng đúng với các chuyển động khác của máy bay, và nó đưa chúng ta trở lại với trọng tâm của máy bay. Như ta đã thấy trước đây, đây là điểm bên trong máy bay, nơi xem như tập trung toàn bộ trọng lượng của nó. Giả sử bạn treo máy bay lên từ điểm này thì nó sẽ giữ nguyên cân bằng ở mọi vị trí. Với ý tưởng này trong đầu, hãy tưởng tượng một đường từ mũi máy bay chạy qua trọng tâm và xuyên đến phần đuôi. Đường này được gọi là trục lật, và khi máy bay xoay lật, hay nghiêng, nó chuyển động xung quanh trục này.

Bây giờ hãy tưởng tượng một đường khác bắt đầu từ trên nóc máy bay đi qua trọng tâm và xuyên ra ở bụng của nó. Trục này được gọi là trục rẽ hướng. Nó quan trọng khi phi công điều khiển bánh lái của máy bay. Nó tạo ra một lực sang bên làm quay đuôi sang bên này và mũi sang bên kia. Chuyển động này xung quanh trục rẽ hướng. Cuối cùng, tưởng tượng một đường đại khái song song với hai cánh và đi qua trọng tâm. Nó được gọi là trục chao liệng. Khi bánh lái độ cao của máy bay được điều khiển thay đổi (tạo ra chao liệng) thì máy bay chuyển động xung quanh trục chao liệng.



Hình minh họa các trục chao liệng, rẽ hướng, và lật nghiêng.

LẦN ĐẦU TIÊN SỬ DỤNG MÁY BAY TRONG CHIẾN TRANH

Khía cạnh quan trọng nhất của máy bay, trong chừng mực mà quyển sách này đề cập, là công dụng của chúng trong chiến tranh. Công nghệ đã phát

triển nhanh chóng sau những chuyến bay đầu tiên của anh em nhà Wright. Vào năm 1909, phi công người Pháp Louis Bleriot đã thực hiện chuyến bay đầu tiên xuyên qua Eo biển Anh. Và vào năm 1911, Glenn Curtiss người New York đã chế tạo chiếc Curtis model D; nó là máy bay đầu tiên trên thế giới được sản xuất và bán ra với số lượng lớn. Nó khác với máy bay của anh em Wright ở một điểm chính: Curtiss sử dụng các cánh nhỏ trên cánh máy bay của ông thay cho sự vênh cánh. Tuy nhiên, giống như model của anh em Wright, nó có một bộ đẩy gắn với cánh phía sau phi công. Sử dụng model D của ông, Curtiss đã trở thành phi công đầu tiên cất cánh và hạ cánh trên một con tàu. Vào năm 1913, Roland Garros người Pháp là người đầu tiên bay trên Địa Trung Hải; ông bay từ miền nam nước Pháp đến Tunisia. Vào năm 1915, Garros là người đầu tiên gắn một khẩu súng máy lên máy bay. Với nó, trong vòng hai tuần, ông đã bắn hạ bốn máy bay do thám của Đức.

Tuy nhiên, việc sử dụng chính thức đầu tiên của máy bay trong chiến tranh xảy ra vào năm 1911 khi quân Italy, lúc ấy đang tham chiến với người Turk, sử dụng một máy bay để thả lựu đạn lên phe địch dưới mặt đất. Tuy nhiên, lúc Thế chiến Thứ nhất bùng nổ vào năm 1914, ở mỗi phe chỉ có vài chiếc máy bay, và những chiếc sẵn dùng đều tương đối chậm. Chẳng hạn, model sớm nhất của người Anh có tốc độ tối đa là bảy mươi hai dặm trên giờ, và nó được cấp sức đẩy bởi một động cơ chín mươi mã lực. Thế nhưng công nghệ phát triển nhanh chóng, và vào cuối cuộc chiến, chiếc SES của Anh, một chiến đấu cơ, đã có tốc độ tối đa 138 dặm trên giờ và được cấp sức đẩy bởi một động cơ hai trăm mã lực.⁹

Lúc mở đầu cuộc chiến, toàn bộ máy bay đều có thiết kế bộ đẩy với cánh quạt phía sau phi công, và đa số được dùng cho quan sát và do thám. Tuy nhiên, chẳng mấy chốc thì người ta phát hiện thấy một cánh quạt ở phía trước, hút lấy máy bay, là hiệu quả hơn, và vào cuối cuộc chiến toàn bộ máy bay đều là kiểu bộ hút, hay thiết kế “máy kéo”. Toàn bộ máy bay buổi đầu còn có các động cơ quay với piston gắn theo một vòng tròn xung quanh trục khuỷu. Trên thực tế, các piston quay tròn, mang một cánh quạt quay cùng với chúng. Tuy

nhiên, người ta sớm phát hiện thấy rằng động cơ cánh thẳng hàng, làm mát bằng nước, thì mạnh hơn nhiều. Và vào cuối cuộc chiến, hầu như toàn bộ máy bay đều có động cơ sắp thẳng hàng.¹⁰

Mặc dù lúc đầu cuộc chiến máy bay chỉ được dùng cho quan sát, nhưng các tướng lĩnh ở cả hai phe sớm nhận ra rằng chúng có thể được khai thác hiệu quả hơn nhiều, chúng sớm được dùng cho việc ném bom chiến thuật và chiến lược, và cho chiến tranh trên biển. Và, tất nhiên, máy bay chiến đấu sớm được phát triển, và nó giữ một vai trò quan trọng trong cuộc chiến.

CHƯƠNG 13

CUỘC CHIẾN SÚNG MÁY – THẾ CHIẾN THỨ NHẤT

Trong chương trước, chúng ta đã thấy máy bay được phát triển như thế nào, và vật lí học quan trọng ra sao đối với chúng. Trong chương này, chúng ta sẽ thấy máy bay được sử dụng như thế nào trong chiến tranh, cũng như trong những phương thức khác. Ngày nay chúng ta gọi cuộc chiến xảy ra từ năm 1914 đến 1918 là Thế chiến Thứ nhất, nhưng trước năm 1939 nó được gọi là Đại Chiến (Great War) và thật vậy, nó là cuộc chiến quy mô nhất, đẫm máu nhất mà thế giới từng chứng kiến. Theo năm tháng, đã có sự tích lũy vũ khí quy mô lớn ở châu Âu, và cùng với những đột phá khoa học, nhiều vũ khí chưa từng được sử dụng trong những trận đánh lớn trước đó. Kết quả là những quang cảnh kinh hoàng, ví dụ như hàng trăm binh lính bị súng máy hạ ngã chất đống trong vòng vài phút, có những đơn vị bị quét sạch bởi các chất khí chết chóc mới lạ, và những con tàu bị đánh chìm với những quả ngư lôi mới và đầy uy lực. Có lẽ phần khốc liệt nhất của cuộc chiến này chính là sự phi nghĩa của nó. Do những loại vũ khí mới – nhất là súng máy – mà cuộc chiến sớm trở nên bế tắc, chẳng phe bên nào có thể tiến lên. Các toán quân thù địch đồn trú đối diện nhau theo hàng trăm dặm mương hào, với các mương hào chỉ cách nhau vài trăm yard.

Rõ ràng nhiều tiến bộ về các loại vũ khí là do các đột phá trong vật lí học, song thật ra chính việc triển khai vật lí ứng dụng cho sản xuất vũ khí mới đưa đến tình thế cực bí. Một số loại vũ khí trong đó vật lí học có vai trò nhất định là súng máy, đại bác cỡ lớn nay đã trở nên chuẩn xác chết người, máy bay, các loại súng trường mới, lựu đạn cầm tay, súng phun lửa, ngư lôi, tàu ngầm, xe tăng, và các loại tàu mới. Và cùng với những vũ khí mới này, sau hơn bốn năm chiến tranh, hàng triệu người lính đã thiệt mạng mà chẳng có vấn đề gì thật sự được giải quyết.

SỰ PHÁT TRIỂN SÚNG MÁY

Súng máy giữ vai trò trọng tâm trong cuộc chiến đến mức ngày nay Thế chiến I thỉnh thoảng được gọi là cuộc chiến súng máy. Súng Gatling đã được phát minh sớm hơn nhiều, nhưng nó chỉ là một món đồ chơi so với phát minh năm 1870 của kỹ sư người Anh Hiram Maxim. Ông nghĩ ra một hệ thống sử dụng chất khí nổ do một viên đạn tổng ra để đẩy viên đạn tiếp theo. Do đó, khẩu súng đẩy từng hộp đạn đã xài ra và nạp vào hộp mới. Đạn được nạp vào buồng đốt bằng một hệ thống nạp. Một áo thép chứa nước bọc xung quanh nòng súng; nó giữ cho nhiệt độ đủ nguội để nòng không bị nứt hoặc tan chảy do chất khí nổ tỏa nhiệt mạnh.¹

Trở ngại chính với súng Maxim là nó tương đối nặng và khó sử dụng. Đặc biệt, cần một vài người mới vận hành được nó, và nó không đáng tin cậy lắm. Bởi vậy, nó ít được sử dụng trước khi nổ ra Thế chiến I. Tuy nhiên, vào năm 1896, súng Maxim đã được cải tiến đáng kể. Công ty Vickers ở Anh mua lại Công ty Maxim, và Vickers đã thiết kế lại và cải tiến khẩu súng. Trước tiên, Vickers giảm trọng lượng khẩu súng bằng cách sử dụng các kim loại nhẹ hơn chế tạo nó, rồi ông làm đơn giản hóa thao tác vận hành. Về cơ bản lúc này nó là khẩu súng được làm nguội bằng nước sử dụng đạn Anh .303, cùng loại đạn dùng trong súng trường chuẩn của Anh, súng Lee-Enfield.

Mặc dù cần sáu người để vận hành nó – một người khai hỏa, một người nạp đạn, và bốn người di chuyển và canh chỉnh – song nó khá đáng tin cậy một khi được canh chỉnh xong, và bởi thế nó trở thành vũ khí ưa thích trong quân đội Anh. Nó dài ba foot tám inch, với tốc độ khai hỏa 450 đến 600 viên trên phút, và nó có tầm xa khoảng 4.500 yard. Nó có thể khai hỏa liên tục trong mười hai giờ mà không bị quá nhiệt hoặc bị vỡ, và mỗi giờ có thể khai hỏa khoảng mười nghìn viên đạn. Tuy nhiên, vào cuối thời gian này thì phải thay nòng. Nó đặc biệt hiệu nghiệm chống quân đội trên đồng trống, và đó là một trong những lý do chính dẫn tới bế tắc trong chiến tranh. Về cuối cuộc chiến (sau 1916) nó được sử dụng trên máy bay, bởi người Anh lẫn người Pháp.²

Một kiểu súng khác gọi là súng Lewis cũng được sử dụng rộng rãi. Đó là một khẩu súng do người Mỹ thiết kế, nhẹ hơn nhiều so với súng Vickers. Nó được người Anh sử dụng rộng rãi. Lạ thay, mặc dù nó được một viên đại tá Mỹ tên là Isaac Lewis thiết kế vào năm 1911, nhưng nó không được quân đội Mỹ sử dụng rộng rãi trong cuộc chiến. Thật vậy, Lewis bắt đầu vỡ mộng với Quân đội Mỹ vào năm 1913 vì các lãnh đạo quân đội không chấp nhận súng của ông, thế là ông rời nước Mỹ, đến Bỉ một thời gian ngắn, rồi đến Anh, tại đó ông hợp tác với các nhà sản xuất Anh để chế tạo súng. Cân nặng hai mươi tám pound, chỉ bằng khoảng một nửa trọng lượng khẩu Vickers, và độ dài của nó vừa vặn hơn bốn foot, nên nó dễ dàng được mang theo bởi một người lính. Nó dùng đạn Anh 0.303 (mặc dù một số mẫu dùng 0.30-06), và tốc độ khai hỏa của nó khoảng chừng sáu trăm viên trên phút, với tầm sát thương khoảng 880 yard và tầm xa 3.500 yard.

Súng trường 75 li của Pháp còn giữ một vai trò quan trọng trong một vài trận đánh, nhất là lúc gần nổ ra cuộc chiến. Nó có một cơ chế giật lùi cho phép nòng trượt tới lui sau khi khai hỏa trước khi trở lại vị trí bắn ban đầu của nó. Vì chuyển động này không làm khẩu súng dịch chuyển, nên chẳng cần nhắm bắn lại. Nó bắn cực kì chuẩn xác và có thể nhả mười lăm viên đạn mỗi phút. Đối với ai ở ngoài đồng trống, thì nó có nghĩa là chết chắc, và trong Trận Marne hơn hai nghìn lính Đức đã bị bắn hạ trong vòng bốn phút.

NHỮNG VŨ KHÍ KHÁC

Nghe có vẻ như súng máy là vũ khí duy nhất được dùng trong Thế chiến I. Nhưng đâu phải vậy, một số kiểu súng khác gây chết người không thua gì súng máy. Súng trường nòng xoắn đã được cải tiến nhiều, cùng với đại bác và những loại pháo khác, và lựu đạn cầm tay bắt đầu giữ vai trò lớn. Súng bắn lửa cũng được sử dụng. Và, như đã nói ở phần trước, chính một loạt vũ khí mới và đầy uy lực đã dẫn tới bế tắc. Hơn nữa, phần lớn vũ khí là nhờ các đột phá về khoa học – nhất là vật lí học.³

Súng hỏa mai thời Nội Chiến đã được phe Anh thay bằng súng trường Lee-Enfield chốt cài. Tên gọi có xuất xứ từ nhà phát minh của nó, James Perris Lee, và nhà xưởng ở Enfield, nước Anh, nơi nó được sản xuất lần đầu tiên. Băng đạn được đặt trong một hộp kim loại gọi là ổ đạn, với một lò xo dưới đáy. Khi chốt mở, lò xo đẩy băng đạn lên vào vị trí. Khi chốt đóng, băng đạn phía trên bị đẩy vào buồng đốt, sẵn sàng khai hỏa. Sau khi khai hỏa, chốt mở ra, làm băng đạn rỗng bật ra, và một băng đạn mới được nạp vào. Ổ đạn chứa mười băng đạn và được nạp đạn Anh .303.

Chốt cài nhanh và dễ sử dụng, và với ổ đạn tương đối lớn tháo lắp được của nó, khiến nó là một khẩu súng trường tuyệt vời. Với nó, một tay súng được huấn luyện tốt có thể dễ dàng bắn hai mươi đến ba mươi viên đạn mỗi phút. Nó bắn chuẩn xác lên tới hai nghìn foot, và có tầm xa khoảng 4.500 foot. Người Đức dùng Mauser Gewehr, đó cũng là một khẩu súng chốt cài nổi tiếng vì độ chuẩn xác của nó. Và về cuối cuộc chiến họ còn dùng Mauser T là một kiểu súng chống tăng. Ngoài ra, các kiểu súng lục như Webley của Anh, Lugar của Đức, Colt .45 của Mỹ cũng được sử dụng rộng rãi trong cuộc chiến. Chúng đều được dùng bởi các viên sĩ quan.

Đại bác và pháo cỡ lớn cũng được cải tiến nhiều. Pháo bức kích, tức đại bác bắn đạn đi theo quỹ đạo cao, cong nhiều, được sử dụng khá hiệu quả chống lại các công sự và mục tiêu ẩn. Chúng nã đạn nặng qua nòng tương đối ngắn, và được sử dụng chủ yếu bởi người Đức lúc đầu cuộc chiến ở Bỉ. Khẩu trọng pháo tên gọi là “Đại Bertha” đã phá tan hoang các pháo đài ở Bỉ khi quân Đức tiến qua đất nước này. Vấn đề lớn nhất đối với những khẩu súng lớn là trọng lượng của chúng, song vấn đề này cuối cùng cũng được giải quyết nhờ đường ray. Thật vậy, nhiều khẩu pháo được gắn trên các toa xe chạy ray, các toa này còn giúp khắc phục chuyển động giật lùi của chúng. Những khẩu súng như thế có thể bắn đạn khổng lồ đi xa tới ba mươi dặm.

Súng cối cũng được sử dụng trong Thế chiến I. Giống như pháo bức kích nó là súng có quỹ đạo cao, nhưng nhỏ hơn nhiều. Đạn bắn có thể thả dễ dàng vào nòng rộng, chắc dày của nó và khai hỏa nhanh. Nó có thể bắn đạn đi xa

đến hai nghìn hai trăm yard. Và súng đối không cũng được phát triển không bao lâu sau khi máy bay bắt đầu giữ một vai trò lớn trong cuộc chiến. Chúng có thể bắn bốn viên trên phút đi xa ba nghìn yard.

Lựu đạn thô cầm tay đã có mặt trong nhiều năm. Người Trung Hoa xưa đã dùng chúng, và chúng còn được người Pháp sử dụng vào thế kỉ mười lăm. Đã có những nỗ lực lớn nhằm hoàn thiện chúng trong Thế chiến I. Lúc nổ ra cuộc chiến, người Đức được trang bị tốt lựu đạn cầm tay, song các nước khác nhanh chóng bắt kịp. Đặc biệt, chiến hào khiến chúng rất hiệu quả. Các “đội ném bom” ở cả hai phe sẽ dùng đủ loại lựu đạn cầm tay tấn công chiến hào phe địch, và những sứ mệnh này gia tăng tần suất khi cuộc chiến diễn ra. Lúc đầu cuộc chiến người Anh có rất ít lựu đạn cầm tay, song trong vòng vài năm họ đã sản xuất nửa triệu quả mỗi tuần.

Lựu đạn có thể được kích nổ bằng một trong hai cách: va đập (kíp nổ) hoặc sử dụng cầu chì hẹn giờ. Lựu đạn kiểu hẹn giờ thường được ưa chuộng hơn vì lựu đạn kiểu kíp nổ dễ bị tai nạn ngoài ý muốn. Ở lựu đạn hẹn giờ, một cái chốt có thể dùng tay rút ra trở nên phổ biến ở những giai đoạn về sau của cuộc chiến. Và chúng gồm đủ hình dạng và kích cỡ. Lựu đạn gậy [lựu đạn hình chiếc gậy được quân Đức sử dụng trong Thế chiến I - ND] có tay cầm, một kiểu lựu đạn khác có hình trụ, nhưng về sau đa số đều có hình oval. Lựu đạn có thể được ném [bằng tay] hoặc phóng bằng súng. Lựu đạn phóng được gắn với một thanh rắn đặt vào nòng súng hoặc đặt trong một cái cốc gắn với nòng súng. Người ta dùng một hộp đạn rỗng để phóng chúng. Lựu đạn cốc đặc biệt phổ biến với người Pháp và người Anh; mặc dù chúng không chuẩn xác lắm, nhưng chúng có thể được phóng đi xa hai trăm yard.

Lựu đạn Mills được người Anh trình làng vào tháng Năm 1915 và nhanh chóng trở nên rất phổ biến. Nó có bề ngoài răng cưa để khi nổ thì vỡ thành nhiều mảnh, và nó khá nhẹ, chỉ 1,25 pound. Một chốt an toàn cài giữ chốt bật lại. Sau khi rút chốt an toàn, chốt bật được tay người cầm giữ cho đến khi lựu đạn được ném đi. Nó có cầu chì bốn giây.

Người Đức cũng có đủ kiểu lựu đạn: hình gậy, hình cầu, hình đĩa, và hình trứng. Họ thích lựu đạn hình trứng vì nó có thể được ném đi tương đối dễ dàng xa đến năm mươi yard.

Có lẽ thứ kinh hoàng nhất cuộc chiến, chí ít là đối với những người lính phải đối mặt, chính là súng phóng lửa. Mặc dù súng phóng lửa thô đã được sử dụng trong những cuộc chiến trước đó, nhưng đây là cuộc chiến đầu tiên trong đó sử dụng một kiểu phóng lửa hiệu quả, được thiết kế tốt. Nó được người Đức sử dụng chống lại quân Anh và Pháp trong những giai đoạn đầu của cuộc chiến vào năm 1914. Người Đức đã bắt đầu làm thí nghiệm với súng phóng lửa từ hồi 1900. Họ dùng không khí nén, carbon dioxide, hay nitrogen để đẩy dầu qua một vòi phun. Khi hỗn hợp đập vào không khí nó bắt lửa bởi một mồi lửa nhỏ và trở thành một luồng lửa. Súng phóng hỏa buổi đầu có tầm quét chừng tám mươi foot, song tầm này về sau tăng lên khoảng 130 foot. Điều này khiến chúng khá hiệu quả trên chiến hào.

Người Đức có hai model, một mẫu di động tương đối nhỏ có thể được mang bởi một người lính, và một mẫu lớn hơn, nặng hơn nhiều, có tầm tác chiến lớn gấp đôi so với mẫu nhỏ. Nó cần vài ba người để di chuyển. Model nhỏ được sử dụng lần đầu tại The Hague ở Flanders, Bỉ. Trận đánh diễn ra vào ngày 30 tháng Bảy, 1915, khi đó quân Đức mang các bình trụ khí sau lưng họ tấn công vào hàng ngũ quân Anh. Thoạt đầu lửa cháy bốc cao đã gây khiếp đảm cho quân Anh vốn không phòng bị, nhưng sau khi bị mất một vài vị trí, quân Anh nhanh chóng giành lại được. Người Đức cảm thấy hài lòng với sự thành công của súng phóng lửa và bắt đầu sử dụng nó trong phần lớn các trận đánh diễn ra sau đó. Những người lính được trang bị súng bắn lửa sớm trở thành lính bị để ý; quân Anh và Pháp tập trung hỏa lực của họ vào những kẻ chỉ huy, và ít khẩu súng nào hoạt động được lâu.

Người Anh sớm bắt đầu thử nghiệm với súng bắn lửa của riêng họ. Họ chế tạo vài model, từ một mẫu di động tương đối nhẹ cho đến những mẫu nặng nề nhất. Mẫu lớn có tầm tác chiến khoảng chín mươi yard. Người Pháp

cũng phát triển vài mẫu. Chúng hoạt động khá hiệu quả trong Trận Somme ở Pháp.

Các vũ khí khác được sử dụng rộng rãi bao gồm khí độc và xe tăng. Chúng sẽ được trình bày trong phần sau.

CUỘC CHIẾN BÙNG NỔ NHƯ THẾ NÀO

Mỗi lửa châm ngòi chiến tranh là vụ ám sát Hoàng tử Franz Ferdinand, người thừa hưởng ngai vàng Áo-Hung, tại Sarajevo ngày 28 tháng Sáu, 1914. Nó dẫn tới một loạt những sự kiện gần như vớ vẩn xảy ra rất nhanh, chủ yếu bởi vì tất cả các nước có dính líu đều có các hiệp ước và liên minh với các nước khác. Mặc dù Franz Ferdinand chẳng mấy tên tuổi, nhưng người Áo-Hung cáo buộc người Serbia tội thông đồng (Ferdinand thật ra bị giết bởi một tay khủng bố trẻ tuổi thuộc một nhóm gọi là Bàn tay Đen) và đã ra một vài tối hậu thư cho họ. Người Serb bác bỏ một số tối hậu thư đó, và, bởi vậy, người Áo-Hung huy động quân đội của họ vào ngày 28 tháng Bảy, 1914. Nhưng nước Nga, vốn bị ràng buộc bởi một hiệp ước với Serbia, nhanh chóng nhảy vào giải cứu. Tương tự như vậy, nước Đức có một hiệp ước với Áo-Hung, thành ra người Đức cũng tham chiến vào ngày 1 tháng Tám. Rồi đến lượt nước Pháp, vốn có hiệp ước với Nga; Pháp tuyên bố chiến tranh vào ngày 3 tháng Tám. Do Đức xâm lược Bỉ, nên nước Anh bị kéo vào cuộc chiến khi Vua nước Bỉ cầu cứu Anh.⁴

Thoạt đầu ai cũng nghĩ đó sẽ là một cuộc chiến tương đối chớp nhoáng, nhưng nó sớm leo thang thành một cơn ác mộng mất kiểm soát, chủ yếu do bởi sự ngoan cố của các nước có dính líu. Ba thế lực mạnh trên lục địa, Đức, Pháp, và Nga, đều muốn tấn công ngay lập tức. Thế nhưng trước sự bất ngờ của họ, họ thấy ma trận vũ khí chết người mới mà mỗi nước có đều chẳng đem lại lợi thế gì. Hàng trăm khẩu súng máy bắt đầu hạ gục quân đội. Kiểu phòng thủ tốt nhất chính là một con hào thật sâu. Trong vòng một thời gian ngắn, mặt trận đã trở thành hai đường hào cách nhau vài trăm yard, chẳng phe bên

nào muốn tấn công trước. Và lạ thay, trong bốn năm sau đó những con hào này di chuyển rất ít. Nó là một thế bí. Thật vậy, trong một vài nỗ lực muốn di chuyển đường hào, hàng trăm nghìn binh lính đã bị bắn hạ. Họ không chỉ bị hạ bởi súng máy và các loại pháo, mà còn bởi khí độc, bởi súng bắn lửa và bị ném lựu đạn cầm tay. Và trên đầu còn có thứ mới mẻ nữa: máy bay sớm bắt đầu oanh tạc những con hào bằng những loạt đạn.

NHỮNG MÁY BAY CHIẾN ĐẦU ĐẦU TIÊN

Chiếc máy bay có động cơ đầu tiên được anh Wright bay thử chỉ một thập niên trước khi Thế chiến I nổ ra, thế nhưng máy bay sớm giữ một vai trò trọng yếu. Lúc đầu máy bay chỉ được sử dụng để quan sát và do thám, và quả thật chúng đã có thể cung cấp một cái nhìn mới quan trọng về chiến trường. Tại Trận Mons ở miền nam nước Bỉ vào ngày 23 tháng Tám, 1914, quân Anh đổ đến giải cứu quân Pháp khi quân Đức tấn công họ. Ngay trước khi đụng độ, người Anh đã gửi một máy bay quan sát để xem chuyện gì đang diễn ra và phát hiện thấy, trước sự bất ngờ của họ, quân Đức đang cố bao vây họ. Bộ chỉ huy cao cấp Anh lập tức ra lệnh rút lui, nhờ đó cứu họ thoát khỏi thảm họa. Một lát sau đó, một máy bay quan sát của Pháp để ý thấy người Đức sơ hở hai bên sườn, thế là quân Pháp tấn công, chặn đứng một cuộc tiến công về Paris. Giá trị của máy bay quan sát đã sớm rõ.⁵

Tuy nhiên, chẳng mấy chốc thì các máy bay quan sát ở các phe đối địch bắt đầu chạm trán nhau. Lúc đầu chúng chỉ nả vào nhau bằng súng lục và súng trường, dù rằng có lúc chúng còn cố ném đá vào cánh quạt của nhau. Một trong những phi công đầu tiên làm leo thang không chiến là Roland Garros nước Pháp. Mặc dù phần lớn máy bay lúc đầu dùng trong chiến tranh là “máy đẩy”, giống như tàu bay của anh em Wright, với cánh quạt phía sau phi công, nhưng người ta sớm thấy rằng thiết kế “máy kéo”, với cánh quạt ở phía trước, hoạt động hiệu quả hơn nhiều. Tuy nhiên, vấn đề với thiết kế này là nếu gắn súng máy sao cho phi công có thể dễ dàng ngắm bắn chúng, thì chúng sẽ phải

bắn xuyên qua các cánh xoáy tít của cánh quạt, và việc này sẽ nhanh chóng làm hỏng các cánh quạt. Garros quyết định bảo vệ các cánh bằng cách gắn thêm các bộ lệch bằng thép cho chúng.

Vào đầu tháng Tư 1915, ông đã thử nghiệm phát minh mới của mình lần đầu tiên. Những kẻ nhận lãnh các công kích của ông rõ ràng đã rất bất ngờ khi họ chứng kiến máy bay của Garros bay thẳng vào họ, nhả một loạt đạn. Garros bắn hạ bốn máy bay Đức bằng dụng cụ mới của ông, nhưng vào ngày 18 tháng Tư ông bị hạ phía sau tiền tuyến Đức. Máy bay của ông bị chiếm, và bộ chỉ huy cao cấp phía Đức triệu tập Anthony Fokker của hãng máy bay Fokker và ra lệnh cho ông ta sao chép dụng cụ đó. Tuy nhiên, Fokker thấy nó có một sơ hở nghiêm trọng: nhiều viên đạn đập trúng cánh quạt bị lệch hướng, và một số đạn bị lệch ngược ra sau. Do đó, Fokker và đội của ông bắt đầu nghiên cứu một hệ thống trong đó súng máy được đồng bộ với cánh quạt quay. Họ gắn một cam trên trục quay của máy bay; khi cánh quạt ở vào vị trí có thể bị đạn bắn trúng, cam sẽ đội một que đẩy làm súng ngừng nhả đạn. Dụng cụ mới được bố trí trên các máy bay Đức, và trong nhiều tháng người Đức đã có ưu thế rất lớn trên không.⁶

Trong khi đó, người Anh cũng đang làm thí nghiệm với việc gắn súng máy lên máy bay. Viên phi công Louis Strange đã gắn một súng máy lên nóc cánh trên máy bay của ông để đạn né được cánh quạt. Tuy nhiên, vào ngày 10 tháng Năm, 1915, súng của ông bị kẹt. Ông đứng lên tại chỗ muốn gỡ kẹt, nhưng khi ông làm thế chiếc máy bay bất ngờ tròn trành và bị lật, rồi nó bắt đầu quay mòng mòng xuống dưới. Strange bị hất khỏi máy bay, nhưng ông tranh thủ nắm được khẩu súng ở cánh trên. Trong chốc lát, hai chân ông quờ quạng tứ tung, cố leo trở lại buồng lái. May thay, ông đã thành công và có thể kéo máy bay cất lên ngay trước khi nó đâm xuống đất.

Tuy nhiên, với thiết kế Fokker mới, người Đức nhanh chóng chiếm ưu thế trên không. Lạ thay, phần lớn súng mới của họ được gắn trên chiếc Eindecker G, một máy bay nói chung thua kém đa số máy bay Anh. Tuy nhiên, thương vong không nhiều như về cuối cuộc chiến, vì các phi công Anh luôn né

tránh Eindecker. Tuy nhiên, nhuệ khí của quân Anh bị lung lay, và họ hồi hã sản xuất các chiến cơ có thể đối đầu với Eindecker.

Kỉ nguyên không chiến đã ra đời. Không chiến là một trận chiến trên không giữa hai hoặc nhiều máy bay. Phía Đức có lợi thế khi những trận không chiến đầu tiên diễn ra. Bởi thế, họ bắt đầu hạ các máy bay Anh ở tỉ lệ chừng năm chiếc bên Anh ứng với một chiếc bên Đức. Các phi công Đức xuất sắc như Max Immelmann và Oswald Boelcke trở thành anh hùng tại quê nhà do số lượng lớn máy bay Anh bị họ hạ. Ở giữa chúng họ bắn hạ gần sáu mươi máy bay địch trước khi bị chặn lại. Cuối cùng, vào mùa thu năm 1915, người Anh tung ra hai chiến cơ mới, FE 26 và DH2, chúng là đối thủ đáng gờm đối với máy bay Đức, và họ còn phát triển đạn dược đánh dấu. Với nó, phi công có thể nhìn thấy làn đạn và điều chỉnh nó nếu cần thiết.

Phi công có đủ tám kĩ năng được gọi là quân át chủ bài.⁷ Ban đầu, đa số phi công xung trận một mình, tìm kiếm máy bay địch, nhưng sau năm 1917 các đội bay đã ra đời ở cả hai phe. Người Anh phát triển các đội bay gồm sáu máy bay thường bay theo đội hình chữ V với sĩ quan chỉ huy ở phía trước. Tuy nhiên, lúc lâm trận, chúng sẽ tách ra thành cặp, với một chiếc chủ yếu tấn công còn chiếc kia thì phòng thủ. Các đội hình bay của người Đức thường lớn hơn, và các nhóm bay của họ cuối cùng được gọi là gánh xiếc.

Một trong những quân át chủ bài hàng đầu phe Anh là Mick Mannock. Ông là nhà phát triển hàng đầu của chiến thuật không quân Anh, và từ tháng Năm 1917 đến tháng Bảy 1918, ông đã bắn hạ bảy mươi ba máy bay Đức. Hầu hết các phi công đều dưới tuổi hai mươi lăm, với nhiều người trẻ có mười tám. Thật vậy, có nhiều người được đưa ra tham chiến sau vồn vẹn có ba mươi giờ huấn luyện bay. Vì thế, một khi đã gia nhập không quân thì cuộc đời của họ chẳng còn lại bao lâu.

Các chiến thuật không chiến đã được biết rõ, và ai cũng dùng chúng càng nhiều càng tốt. Chiến thuật chủ yếu là từ phía trên chao xuống về phía máy bay khác khi Mặt Trời đang chiếu vào mắt của phi công đang đối đầu. Cả

hai phe còn sử dụng các đám mây để ẩn náu càng nhiều càng tốt; họ sẽ tấn công, rồi lao vào các đám mây.

Quân át chủ bài nổi tiếng nhất cuộc chiến, chẳng nghi ngờ gì nữa, chính là người Đức Manfred von Richthofen, còn gọi là Nam tước Đỏ. Ông được tôn vinh với tám mươi trận đánh thắng trong sự nghiệp của mình. Tuy nhiên, giống như đa số quân át chủ bài, nhiều người trong số họ đối đầu với những phi công lính mới chỉ có vài giờ kinh nghiệm. Tuy nhiên, ông đã thật sự bắn hạ một trong các quân át chủ bài hàng đầu bên Anh, Thiếu tá Lance Hayden. Trong năm 1917, ông là chỉ huy của đội bay Đức gọi là Gánh Xiếc Bay. Chiếc máy bay ông lái được sơn màu đỏ, cả bên trong lẫn bên ngoài. Sự nghiệp của ông đi đến hồi kết vào ngày 21 tháng Tư, 1918, khi ông bị bắn hạ bởi hỏa lực mặt đất ở gần Sông Somme.

Ở phe Đồng Minh, Giám mục Billy là một trong những quân át chủ bài danh giá nhất; là người Canada, ông được tôn vinh với bảy mươi hai chiến thắng, và ông là người đã xây dựng chương trình huấn luyện không quân của nước Anh. Có lần ông đương đầu với Nam tước Đỏ, nhưng chẳng bên nào giành chiến thắng. Ông được tặng Huân chương Chữ thập Victoria vào năm 1917. Quân át chủ bài người Mỹ nổi tiếng nhất là Eddie Rickenbacker. Trước khi làm phi công ông từng là tay lái xe đua, thành ra việc lái một chiến cơ là bước tiếp theo tự nhiên đối với ông. Khi nước Mỹ tham chiến vào năm 1917, Rickenbacker tòng quân ngay lập tức và sớm bay trên bầu trời nước Đức. Vào ngày 24 tháng Chín, 1918, ông là sĩ quan chỉ huy tên tuổi của một đội bay. Tổng cộng ông đã bắn hạ hai mươi sáu máy bay Đức. Một nhân vật người Mỹ tên tuổi khác là Billy Mitchell; đến cuối Thế chiến I ông từng chỉ huy toàn bộ các đơn vị tác chiến không quân Mỹ.

Mặc dù các chiến cơ thu hút nhiều chú ý nhất trong Thế chiến I, nhưng một máy bay lớn hơn nhiều cũng giữ vai trò quan trọng. Nó được phát triển để chuyên chở và thả bom trên lãnh thổ quân địch. Việc ném bom chiến lược được sử dụng khá rộng rãi trong cuộc chiến. Mục tiêu của nó là phá hủy các nhà xưởng, nhà máy điện, xưởng tàu thuyền, những nơi lắp đặt súng quy mô

lớn, và các tuyến tiếp tế quân đội. Những sứ mệnh ném bom đầu tiên là của người Đức, họ tiến hành những đợt kích kinh hoàng bằng Zeppelin lớn (khí cầu khổng lồ) ném bom những ngôi làng nhỏ và dân cư là một cách phá tan nhuệ khí quân địch. Đã có tổng cộng hai mươi ba đợt kích này trên nước Anh, và lúc đầu phía Anh chẳng có mấy phòng thủ. Nhưng khá nhanh sau đó, người ta thấy rõ rằng chúng là những mục tiêu đơn giản, vì phần lớn chúng bơm đầy chất khí hydrogen dễ cháy và do đó dễ bị bắn hạ. Vì thế, chiến thuật đợt kích bằng khí cầu cuối cùng phải dừng lại, song người Đức sớm phát triển máy bay ném bom. Người Anh cũng phát triển máy bay ném bom Handley Page vào năm 1916, và vào tháng Mười Một năm đó họ đã ném bom một vài đồn bốt và căn cứ tàu ngầm của Đức. Vào năm 1918, họ sử dụng các máy bay ném bom bốn động cơ để tấn công các vùng công nghiệp, với một số quả bom cân nặng đến 1.650 pound. Họ phát triển một đội bay có thể thâm nhập sâu vào Đức và đi tới những mục tiêu công nghiệp quan trọng. Người Đức trả đũa, ném bom các thành phố ở Anh lẫn Pháp, nhưng đến cuối cùng thì người Anh đã thả tổng cộng 660 tấn bom lên Đức – nhiều gấp đôi lượng bom Đức thả lên Anh.

CHIẾN TRANH TRÊN BIỂN VÀ HIỂM HỌA DƯỚI MẶT NƯỚC

Khi chiến tranh bùng nổ, người Anh lập tức lập tuyến phong tỏa nhằm chặn nguồn vật tư và cung ứng đi tới Đức. Và nó hoạt động khá tốt, nhất là vào các giai đoạn sau của cuộc chiến. Hải quân Anh được giao nhiệm vụ bao vây phong tỏa; xét cho cùng thì nó là hải quân hùng mạnh nhất trên thế giới, và trong nhiều năm trời nó từng là kiểu mẫu cho các quốc gia khác. Hơn nữa, lúc nổ ra cuộc chiến thì tàu chiến và tàu tuần dương của Anh dễ dàng áp đảo về số lượng so với của Đức: hai mươi một tàu chiến lớn và chín tàu tuần dương so với mười ba tàu chiến và bảy tàu tuần dương của Đức. Nước Đức chẳng đoái hoài đến chuyện đụng độ hải quân Anh trực diện trên biển, cho nên nói chung họ giữ một đội hình yếu. Tuy nhiên, cả hai phe đều kì vọng vào xung đột lớn,

nhưng một sự tình cờ xảy ra khi lấy đã đem lại một số chỉ dấu cho cái sắp xảy ra.

Hải quân Anh bắt được tàu tuần dương Đức SMS Goeben và một tàu tuần dương nhỏ ở Địa Trung Hải. Các sĩ quan Anh biết rằng tàu này có khả năng đi qua gần Gibraltar, và họ mai phục sẵn với súng lăm lăm trong tay. Mặc dù Goeben có súng lớn hơn và tốc độ nhanh hơn tàu Anh, song chính vì số lượng áp đảo, nên Goeben trông như một con mồi. Trước sự bất ngờ của người Anh, nó cầm chân họ tại vịnh với tầm bắn ưu việt, và nó có thể chạy lòng vòng phe Anh mà không sao cả. Thật vậy, trên đường thoát ra ngoài nó đã hạ luôn hai tàu Anh. Người Anh choáng váng, và điều sớm trở nên rõ ràng là họ không còn là những ông vua của biển cả nữa. Cả trăm năm trời họ chưa đánh một trận nào và rõ ràng họ chưa chuẩn bị tốt cho chiến tranh.

Vì thế chẳng có trận đánh lớn nào trên biển giữa tàu chiến Đức và Anh, nhưng trong vài năm sau đó đã có những trục trặc cho hải quân Anh. Vào năm 1914, người Đức đã có những tàu ngầm tốt nhất thế giới, và mặc dù lúc đầu người Anh không xem nặng vấn đề đó, song chúng là kẻ thù đáng gờm. Thật vậy, chúng trở thành cái gai thật sự về mặt hải quân, và các nhà lãnh đạo Anh không biết phải làm gì với chúng. Hơn nữa, người ta sớm nhận thấy rõ ràng hầu như chẳng có thứ gì chống lại tàu ngầm cả. Vào ngày 22 tháng Chín, 1914, ba tàu tuần dương lớn có vũ trang của người Anh bị tàu ngầm U-9 của Đức đánh chìm trong vòng chưa tới một giờ đồng hồ. Một nghìn bốn trăm quân chôn thây xuống biển, đó là thảm họa tệ nhất đối với hải quân Anh trong vòng ba trăm năm.

Số lượng lớn tàu ngầm U của Đức lúc này có mặt ở Biển Bắc, nhưng chúng vẫn không gây đe dọa nghiêm trọng lắm. Nói chung, các tàu ngầm phát đi cảnh báo mục tiêu của chúng rằng chúng sắp bị đánh chìm, vì thế sự tổn thất sinh mạng là tương đối thấp. Nhưng vào tháng Mười Một 1914, viên thủ lĩnh các hoạt động hải quân Đức quyết định dẹp bỏ chuyện cảnh báo, và vào tháng Hai 1915, toàn bộ vùng nước xung quanh Vương quốc Anh và Ireland được tuyên bố là vùng chiến sự. Điều này có nghĩa là toàn bộ tàu buôn, kể cả

tàu trung lập, sẽ bị đánh chìm mà không hề cảnh báo trước, và trong bốn tháng sau đó người Đức đã đánh chìm ba mươi chín tàu Anh. Đây là vấn đề nghiêm trọng với nước Anh, và họ sớm bắt đầu tìm kiếm các phương tiện phòng thủ tốt hơn. Rồi đến lượt tàu khách xa hoa Lusitania bị đánh chìm, và người Anh biết họ phải làm gì đó thật nhanh.⁸

Vào ngày 1 tháng Năm, 1915, Lusitania bắt đầu chuyến đi xuyên Đại Tây Dương lần thứ 202 của nó. Nó rời cảng New York và tiến về Liverpool, nước Anh, với 1.257 hành khách và một thủy thủ đoàn 702 người. Họ sẽ không bao giờ về tới đích đến, và phần lớn đều bỏ mạng. Chờ sẵn dưới nước gần Ireland là tàu ngầm U-20 của Đức. Vào ngày 7 tháng Năm, khi Lusitania tiến tới bờ biển Ireland, thuyền trưởng U-20 phát hiện nó đang tiến về phía ông ta, và khi tiến đến nó xoay ba mươi độ, biến nó thành một mục tiêu dễ ăn. Trong vòng vài giây, một ngư lôi tiến đến con tàu. Một vài người trên tàu Lusitania nhìn thấy các bọt bóng trong nước khi ngư lôi tiến đến, và một số người hét lên, “có ngư lôi bên mạn tàu”. Sau đó là một vụ nổ lớn, rồi một vụ nổ ghê rợn thứ hai từ phía đáy tàu. Gần như tức thì con tàu lật nghiêng hai mươi lăm độ, khiến người ta khó thả ra tàu cứu hộ. Một nghìn một trăm chín mươi tám người bỏ mạng – số người chết ngang với vụ chìm tàu Titanic.⁹

Nước Mỹ đặc biệt cău tiết vì có 128 người thiệt mạng là công dân Mỹ. Tổng thống Woodrow Wilson gửi một kháng nghị mạnh mẽ cho phía Đức, đe dọa cắt đứt mọi quan hệ nếu phía Đức không dừng ngay việc tấn công vào tàu thuyền trung lập, và tất nhiên người Anh bị xúc phạm. Các nước khác lên án, và trước sự bất ngờ lớn của nước Anh, người Đức hủy hết mọi hoạt động tàu ngầm U, và trong gần một năm rưỡi chẳng có tàu Anh nào bị đánh chìm. Điều này giúp người Anh có thời gian phát triển các vũ khí hiệu nghiệm chống tàu ngầm. Vào tháng Bảy 1917, họ đã phát triển ống nghe dưới nước cho phép họ thu được tiếng động chân vịt của tàu ngầm ở dưới mặt nước. Sau đó họ chế tạo bom chìm, đó là các thùng dầu chứa thuốc nổ TNT sẽ phát nổ ở những độ sâu nhất định. Ngoài ra, họ còn phát triển một dụng cụ ném vô số bom chìm từ boong tàu.

Do đó, người Anh đã sẵn sàng khi nước Đức hồi sinh vũ khí tàu ngầm vào tháng Giêng 1917. Chưa tới ba tháng sau đó, nước Mỹ đã tham chiến, và lúc ấy thêm một kĩ thuật khác được phát triển để bảo vệ tàu thuyền trước tàu ngầm: sử dụng các đoàn tàu hộ tống. Một chiếc tàu ngầm sẽ may mắn nếu nó có thể đánh chìm một con tàu của đội tàu, và khi nó cố làm thế, nó chịu sự nguy hiểm liên tiếp từ bom chìm. Ngoài ra, số lượng lớn thủy lôi được đặt sâu đến sáu trăm foot dưới Biển Bắc và trong vùng biển giữa Scotland và Na Uy. Các tàu ngầm U sớm trở nên vô dụng hoàn toàn.

NỖI KINH HOÀNG TỆT CÙNG: KHÍ ĐỘC

Thế bí ấy là vấn đề nghiêm trọng với cả hai phe; mỗi bên đều muốn tấn công nhưng đều biết rằng làm như thế là tự sát, trừ khi phát triển được một loại vũ khí mới nào đó. Trong sự thất vọng của họ, bộ chỉ huy cao cấp Đức quay sang nhà hóa lí Fritz Haber. Trước đó ông đã hỗ trợ họ giải quyết một trục trặc liên quan đến đạn dược, và các tướng lĩnh Đức hi vọng ông có thể giúp họ lần nữa. Có thứ gì đó bắn vào các chiến hào Đồng Minh buộc binh lính ẩn náu trong đó phải tháo chạy hay không? Haber lập tức nghĩ tới khí độc. Một vài tướng Đức vẫn dè dặt, bảo rằng phe Đồng Minh chắc chắn sẽ phản đòn y như vậy, nhưng Haber cam đoan rằng ngành công nghiệp hóa chất của phe bên kia sẽ chật vật mới sản xuất được một chất khí như vậy. Bất chấp những dè dặt của họ, Haber vẫn được lệnh sản xuất khí độc. Haber quyết định chọn chlorine, và quân Đức cho triển khai nó vào tháng Tư 1915, ở gần Ypres. Vùng tiền tuyến này được cố thủ bởi một lực lượng chung gồm quân Anh, Canada, Pháp, và Algeria.

Vào đêm 22 tháng Tư 1915, quân Pháp và Algeria để ý thấy một đám mây lớn màu vàng lục từ từ trôi giạt về phía họ. Cảm thấy lúng túng, họ nghi ngờ nó được sử dụng để che đậy việc di chuyển quân tấn công, và họ đứng sẵn trên phần đất mình chờ tấn công. Trong vòng vài phút, đám mây ấy bao kín lấy họ, và họ thấy ngạt và thở hỗn hển. Chất khí hít vào đang phá hủy các cơ quan

hồ hấp của họ. Khi họ nhận ra điều gì đang xảy ra thì họ bắt đầu đau đớn, và nhiều người trong số họ bỏ chạy tán loạn. Trong vòng một thời gian ngắn, một khoảng trống rộng bốn dặm được mở ra dọc theo trận tuyến. Tuy nhiên, lạ thay, quân Đức cũng thấy bất ngờ trước hiệu quả chất khí y như quân Pháp vậy. Và mặc dù quân Đức chiếm thế thượng phong, song họ cũng thấy căng thẳng và lưỡng lự. Họ chiếm được một phần đất, nhưng quân Anh và Canada bên mạn phải chiến đấu thật quả cảm, và cuối cùng họ chiếm không được bao nhiêu đất. Thế nhưng một giai đoạn mới trong cuộc chiến đã mở màn.¹¹

Báo chí Anh lập tức lên án vụ tấn công và làm quá lên, và các nước khác, trong đó có Hoa Kỳ, cũng sớm lên tiếng. Mặc dù lên án nhưng nước Anh lập tức triển khai nghiên cứu về khí độc để họ có thể trả đũa. Tuy nhiên, có một trở ngại với việc rắc khí. Nếu gió đổi hướng trong khi đang rắc khí, thì nó có thể thổi ngược lại đám binh lính đang rắc khí. Và quả vậy, điều này từng xảy ra với quân Anh lẫn quân Đức. Cần có một hệ thống rắc khí tốt hơn. Một lần nữa, bộ chỉ huy Đức quay lại với Haber. Có chất khí độc nào có thể dễ dàng đóng gói vào đạn pháo và phát nổ trên chiến hào hay không? Haber và đội của ông lập tức bắt tay vào nghiên cứu và sớm đi tới phosgene. Nó tương tự như khí chlorine, nhưng không giống chlorine nó không gây ho sặc sụa hay thở hổn hển trong lúc nó phá hủy phổi. Bởi thế, binh lính thường hít phải nó nhiều hơn trước khi họ nhận biết chuyện gì đang xảy ra. Vì thế, nó hiệu nghiệm hơn nhiều khi được dùng làm vũ khí.

Sau đó Haber đi tới chất khí gây khiếp đảm nhất cuộc chiến – khí mù tạt. Người Đức dùng nó lần đầu tiên để chống lại người Nga vào tháng Chín 1917. Khí mù tạt gần như không mùi, và nó gây rộp da nghiêm trọng cả bên trong lẫn bên ngoài da.

Tuy nhiên, mỗi lần người Đức phát triển một chất khí độc mới, lập tức quân Đồng Minh phát triển chất khí giống vậy và dùng nó chống lại quân Đức, vì thế đến cuối cuộc chiến chẳng phe bên nào chiếm được lợi thế. Người Đức gieo rắc vài trăm nghìn thương vong, nhưng họ cũng hứng lại khoảng hai trăm

ngàn với khoảng chín ngàn quân chết.¹² Tuy nhiên, về cuối cuộc chiến số thương vong chẳng còn nhiều vì mặt nạ chống khí đã được phát triển.

Mặc dù Haber chẳng hề cảm thấy chút tội lỗi nào với vai trò của ông trong việc phát triển khí độc, song vợ của ông thì quá kinh hoàng trước những gì ông làm nên bà đã tự vẫn. Ông bạn thân của ông, Albert Einstein cũng quở trách ông kịch liệt vì vai trò của ông trong việc gieo rắc cái chết cho nhiều đồng loại. Nhưng cuối cùng ông bị quả báo. Ông là người gốc Do Thái, và vào năm 1933 ông phải trốn khỏi nước Đức khi Đảng Quốc xã bắt đầu bắt giam người Do Thái.

NHỮNG XE TĂNG ĐẦU TIÊN

Một nỗ lực khác nhằm phá thế bí xảy ra cùng với sự xuất hiện của những xe tăng đầu tiên trên chiến trường vào cuối năm 1916. Ý tưởng rằng một cỗ xe thiết giáp, chống đạn có thể hữu ích trên chiến trường đã được ấp ủ trong nhiều năm. Thậm chí Leonardo da Vinci từng thiết kế một chiếc. Nhưng mãi sau khi Thế chiến Thứ nhất nổ ra thì ý tưởng ấy mới được xem xét nghiêm túc. Động lực xuất phát từ một viên sĩ quan người Anh, đại tá Ernest Swinton. Trong lúc lái xe băng qua miền bắc nước Pháp vào tháng Mười 1914, chứng kiến số lượng lớn thương vong do trúng phải vũ khí hiện đại, ông bắt đầu nghĩ tới việc làm thế nào bảo vệ quân lính tốt hơn. Một người bạn của ông từng đề cập tới một cỗ xe mà ông ta từng thấy với những bánh xích lớn, và ông lập tức nhận ra rằng sẽ là cực kì hữu ích nếu chế tạo một xe quân sự chống đạn với các bánh xích.¹³

Vào tháng Mười Một ông bàn với trung tá Maurice Hanley về ý tưởng trên; đến lượt Hanley gửi một nghị thư đến Ủy ban Quốc phòng Hoàng gia. Tuy nhiên, quân đội ít hứng thú với thiết bị mới này. Vì thế Swinton tổ chức một buổi trình diễn về dụng cụ bánh xích cho một vài chức sắc cao cấp vào tháng Sáu 1915. Trong hàng ngũ tham dự có Lloyd George (bộ trưởng quốc phòng, sau này trở thành thủ tướng) và Winston Churchill, bộ trưởng Bộ Hải

quân. Cả hai đều thấy ấn tượng, và Churchill lập tức cho thành lập cái ông gọi là ủy ban Landships đánh giá việc chế tạo một thiết bị như vậy. Chẳng mấy chốc ủy ban đã kết luận thiết bị có thể hữu ích trong chiến tranh, và họ thống nhất cho triển khai thiết kế và chế tạo một mô hình nguyên mẫu. Điều quan trọng là giữ nó bí mật, vì thế họ đặt mật danh cho nó là “tank” để người Đức không biết nó là thứ gì. Và tất nhiên, tên gọi ấy được giữ cho tới nay.¹⁴

Swinton thuê một cố vấn, và ông ta đề ra một vài điều kiện cho thiết bị mới. Nó phải có tốc độ tối thiểu bốn dặm trên giờ; nó phải có thể đi xuyên qua một đường hào bốn foot và dễ dàng chọc thủng hàng rào dây thép gai; và nó phải có thể trèo lên các vật cao năm foot. Ngoài ra, nó phải chống đạn, và nó phải có hai khẩu súng máy. Khi cuối cùng được chế xong, nó mang tên lóng là “Tiểu Willy”. Nó chưa đáp ứng hết các điều kiện của Swinton, nhưng đã gần như vậy. Nó có thể di chuyển ở tốc độ khoảng ba dặm mỗi giờ trên đất bằng; nó cân nặng mười bốn tấn và có một khung xích dài mười hai foot; và được chế dạng hình thoi và có thể chở ba người. Tuy nhiên, trong những thử nghiệm lúc đầu, nó gặp trục trặc khi băng qua hào, nhưng vấn đề này sớm được khắc phục trong một mẫu hơi lớn hơn gọi là “Đại Willie”. Điều đặc biệt thú vị là những cỗ xe tăng này được chế tạo bởi hải quân chứ không phải bộ binh.

Mọi thứ giờ đã sẵn sàng để sản xuất các mô hình đánh trận, và mô hình đánh trận đầu tiên, gọi là Mark I, được trình diễn vào tháng Sáu 1916. Lloyd George thấy ấn tượng nên hạ lệnh lập tức sản xuất xe tăng đúng cỡ. Trong khi đó, người Pháp đã nghe nói tới kế hoạch của người Anh và bắt đầu nghiên cứu xe tăng riêng của họ.

Mark I sẵn sàng ra chiến trường vào tháng Chín 1916, với ba mươi sáu chiếc xuất xưởng. Một số lãnh đạo quân đội, bao gồm Churchill, thúc giục hoàn thiện và thử nghiệm trước khi sử dụng, còn những người khác thì muốn dùng nó càng sớm càng tốt. Lúc ấy trận chiến Somme đang diễn ra ở Pháp, và nó không kết thúc như người Anh mong đợi. Thế là có áp lực để triển khai xe tăng. Vì thế, ba mươi sáu xe tăng đã dàn hàng trên trận tuyến tại Flers ở Pháp

vào tháng Chín, và rõ ràng sự xuất hiện của nó khiến quân Đức choáng váng. Nhưng Churchill đã đúng: chúng vẫn chưa sẵn sàng. Nhiều chiếc bị vỡ trong lần công kích đầu tiên, và một số chiếc bị mắc kẹt trong bùn, vì thế ngoài giá trị gây sốc, chúng chẳng hiệu quả gì mấy.

Trong khi đó người Pháp đã sản xuất 128 xe tăng vào tháng Tư 1917 và đưa chúng ra chiến trường, nhưng giống như trường hợp xe tăng Anh, chúng cũng chưa sẵn sàng và phát sinh một số vấn đề. Xe tăng được sử dụng thật sự thành công đầu tiên là vào ngày 20 tháng Mười Một 1917, tại Trận Cambria. Với lực lượng gồm 474 xe tăng, quân Anh tấn công hàng tiền tuyến Đức và chọc thủng một quãng mười hai dặm. Trong quá trình ấy họ bắt giữ được mười nghìn lính Đức và số lượng lớn súng máy. Tuy nhiên, thật bất ngờ, người Đức đã không cố chạy đua xe tăng; họ từ từ đi tới những kế hoạch riêng cho xe tăng. Một trong các lí do, chẳng nghi ngờ gì nữa, đó là do sự thiếu hụt tài nguyên ở giai đoạn này của cuộc chiến.

Mặt khác, người Anh và người Pháp rót toàn bộ nguồn lực của họ vào sản xuất xe tăng. Vào cuối cuộc chiến, người Anh đã chế được 2.636 chiếc và Pháp chế được 3.870 chiếc. Ngoài ra, nước Mỹ đã chế được tám mươi bốn xe tăng. Người Đức, mặt khác, chỉ chế được hai mươi chiếc, nhưng họ đã phát triển các vũ khí khá hiệu quả để chống lại nó.

Tóm lại, xe tăng Mark I của Anh đã đáp ứng khá tốt các điều kiện. Đa số chiến trường đều loang lổ những hang hố to bụi và chằng chịt hàng rào dây thép gai. Mark I có thể di chuyển khá hiệu quả trên địa hình rất gồ ghề, và nó có thể dễ dàng băng qua các đường hào và miệng hố cao chín foot, và nó chẳng gặp trở ngại gì với dây thép gai. Quả vậy, nó còn có thể hạ những cây cối nhỏ.

NƯỚC MỸ THAM CHIẾN

Kết thúc cuộc chiến bắt đầu tại mặt trận phía Đông, nơi quân Nga đã đấu với quân Đức trong hai năm rưỡi. Họ đã chịu một số tổn thất và nhuệ khí đang ở mức thấp. Quân Nga đang hỗn loạn và chính phủ nước họ đang tan rã.

Vì vậy, vào tháng Ba 1917, Nga hoàng Nicholas từ bỏ quyền lực và một chính phủ lâm thời được thành lập. Tuy nhiên, thật bất ngờ, bất chấp các trở ngại và sự trì trệ do cuộc chiến gây ra, chính phủ mới lại bỏ phiếu đánh tiếp. Nhưng lúc này quân Nga đang bắt đầu tan rã; tình trạng đào ngũ ngày càng phổ biến, cuối cùng các tướng lĩnh quyết định không đánh nữa. Nhằm tìm kiếm hòa bình, người Nga kí Hiệp ước Brest-Litovsk.¹⁵

Nước Đức lúc này đã có thể gửi số lượng lớn binh lính đến mặt trận phía Tây. Họ bắt đầu đến với tốc độ mười sư đoàn một tháng, và với thể lực mới, giới chóp bu Đức xác định đã đến lúc đánh một đòn quyết định lần át đến mức phe kia sẽ nhanh chóng đồng ý kết thúc cuộc chiến. Và vào ngày 21 tháng Ba 1918, họ tấn công. Trong vòng vài ngày, một khoảng trống lớn được mở ra giữa hàng phòng ngự Anh và Pháp. Quân Đức đánh thục về trước, cố chiếm lợi thế, nhưng họ bị bất ngờ trước sự quyết tâm và ngoan cường của quân lính Anh. Họ giữ được phòng tuyến của mình. Trong khi đó, nước Mỹ tuyên chiến với Đức, và lính Mỹ lúc này đang băng qua Đại Tây Dương với số lượng lớn.

Trong mấy năm, tổng thống Woodrow Wilson cho rằng nước Mỹ nên đứng ngoài cuộc chiến, và phần lớn người Mỹ tán thành với ông. Thế nhưng sau vụ chìm tàu *Lusitania* (với 128 người Mỹ trên tàu), nhiều người Mỹ nổi đóa, nhưng rồi phía Đức nhanh chóng cho dừng các vụ tấn công tàu U, thành ra sự giận dữ lắng xuống. Tuy nhiên, vào ngày 31 tháng Giêng 1917, nước Đức tuyên bố khởi động lại cuộc chiến không hạn định trên mọi tàu hàng trong vùng chiến, dù có trung lập hay không. Tổng thống Wilson choáng váng trước tin ấy, song nước Mỹ cố nhịn không tuyên chiến. Thế rồi vào tháng Hai và tháng Ba, tàu ngầm Đức đánh chìm một vài con tàu Mỹ. Ngoài ra, tình báo Anh đã chặn và giải mã được một thông điệp do Đức gửi cho chính phủ Mexico. Người Đức hứa hẹn với Mexico rằng để đáp lại sự ủng hộ, toàn bộ lãnh thổ mà Mexico đã mất do Mỹ xâm chiếm sẽ được trả lại. Các lãnh thổ này bao gồm Texas, New Mexico, và Arizona.

Vào ngày 2 tháng Tư 1917, Wilson hỏi ý kiến Thượng viện về việc tuyên chiến, và ý kiến nhanh chóng được thông qua. Những người lính Mỹ đầu tiên

bắt đầu bằng Đại Tây Dương vài tháng sau đó. Một đạo quân, dưới sự chỉ huy của tướng Pershing, đổ bộ ở Pháp vào tháng Sáu. Người Đức vẫn đang tấn công hàng phòng ngự Đồng Minh, song lúc này ít thành công hơn nhiều. Và chẳng mấy chốc họ đối mặt với những người lính Mỹ đầu tiên.

Một bộ chỉ huy phía Tây được hình thành vào tháng Tư 1918 bao gồm quân Anh, Mỹ, và quân Bỉ dưới sự chỉ huy của tướng Foch. Trong khi đó số lượng lính Mỹ ở Pháp đã tăng lên gấp đôi vào tháng Ba, và sau đó nó lại tăng gấp đôi vào tháng Năm và tháng Tám. Quân Đức tấn công trở lại vào tháng Bảy song nhanh chóng bị đẩy lùi bởi một đợt phản công. Sau đó quân Anh tiến lên phía bắc, còn người Mỹ tiếp tục phản công trên toàn vùng Argonne của Pháp. Vào ngày 18 tháng Bảy, lực lượng của Foch cùng với lính Pháp triển khai phản công, cùng với chín sư đoàn Mỹ sức mạnh gấp đôi. Quân Đức bắt đầu suy yếu, và vào ngày 8 tháng Tám, hơn bốn trăm xe tăng Anh tiến về phía họ. Chẳng mấy chốc họ bị bao vây bởi hàng nghìn xe tăng. Và các đồng minh của Đức bắt đầu đầu hàng: trước tiên là Bỉ vào tháng Chín, rồi đến Thổ Nhĩ Kỳ vào ngày 30 tháng Mười, và cuối cùng là Áo-Hung vào ngày 4 tháng Mười Một. Nhuệ khí của quân Đức chùng xuống khi mà các nguồn lực cũng bắt đầu suy tàn, và cuối cùng, vào ngày 11 tháng Mười Một 1918, Hiệp ước Versailles được kí kết, kết thúc cuộc chiến.

CHƯƠNG 14

CÁC TIA VÔ HÌNH

Sự phát triển và sử dụng radio và radar trong chiến tranh

Bức xạ điện từ đã giữ một vai trò lớn trong chiến tranh kể từ Thế chiến I, đặc biệt là dùng trong radar, radio, và laser. Tuy nhiên, để hiểu được những công nghệ này, chúng ta phải lùi lại vài năm trước khi nổ ra Thế chiến I.

PHÁT VÀ THU SÓNG ĐIỆN TỪ

James Clerk Maxwell được nhiều người xem là một trong những nhà vật lý vĩ đại nhất từng tại thế. Dự đoán của ông về sự tồn tại của sóng điện từ đã đưa tới những tiến bộ trọng yếu trong khoa học và đồng thời đưa tới những thay đổi quan trọng trong cuộc sống thường ngày.¹

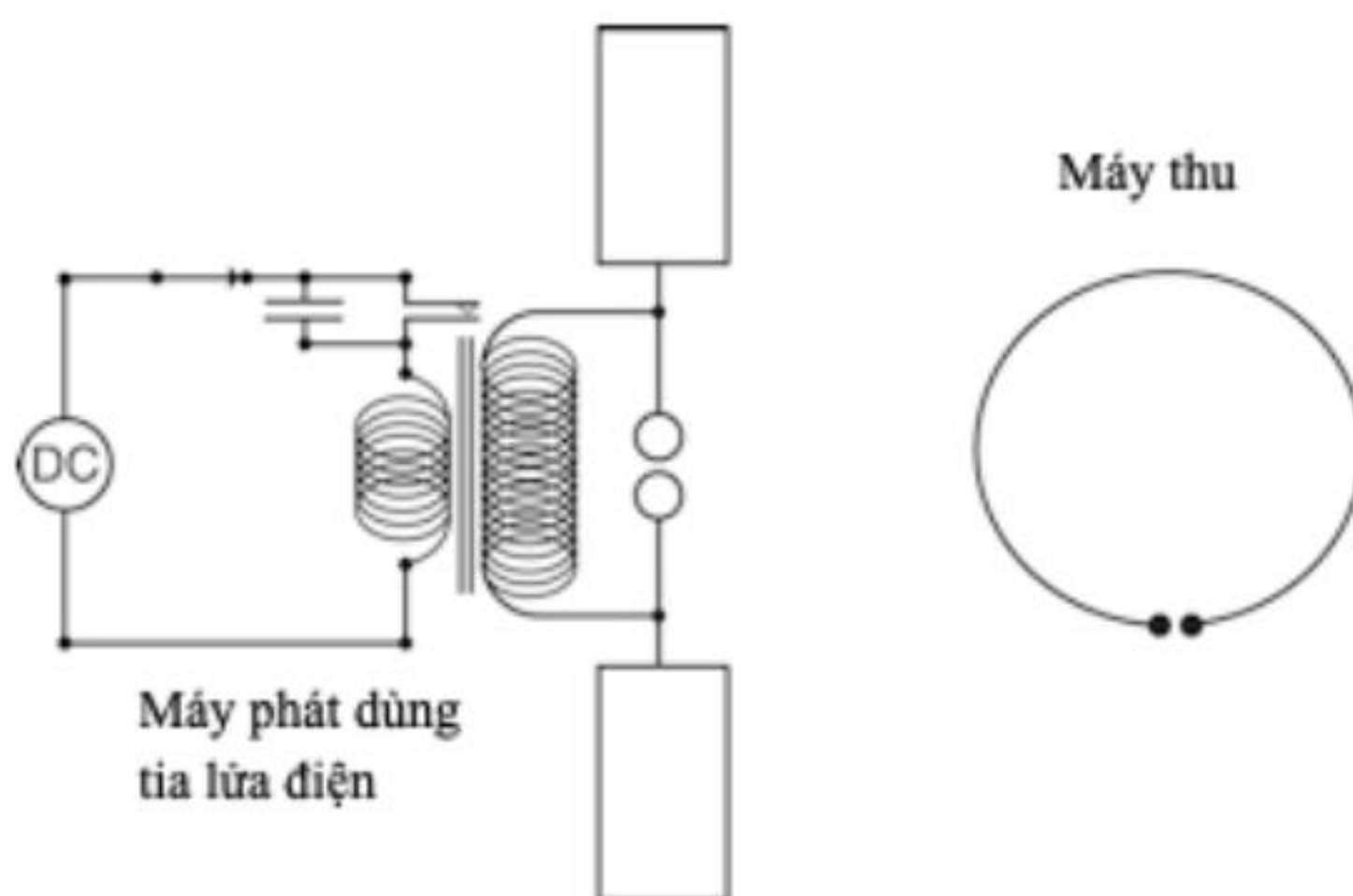
Vào giữa thế kỷ mười chín, người ta biết bốn điều cơ bản sau đây về hiện tượng điện và hiện tượng từ:

- Mọi điện tích đều được vây quanh bởi một điện trường. Điện trường có chiều sao cho các điện tích cùng dấu thì đẩy nhau và các điện tích trái dấu thì hút nhau.
- Tồn tại hai loại cực từ, gọi là bắc và nam, và chúng luôn tồn tại cùng nhau.
- Một điện trường (hay điện tích) biến thiên làm sinh ra một từ trường.
- Một từ trường biến thiên sinh ra một điện trường.

Những thực tế này đã được biết tới trước thời Maxwell. Đóng góp của ông là đặt chúng vào dạng thức toán học và chỉ ra rằng hiện tượng điện và hiện tượng từ vốn liên hệ mật thiết, cùng nhau tạo nên cái chúng ta gọi là trường điện từ. Đặc biệt, các điện tích dao động tạo ra một trường điện từ lan tỏa từ điện tích đó, và các sóng được tạo ra vừa có điện trường vừa có từ

trường gắn liền với chúng. Đặc biệt quan trọng, Maxell tìm thấy rằng sóng điện từ lan truyền ở tốc độ ánh sáng, và ông đề xuất rằng bản thân ánh sáng chính là một sóng điện từ. Hơn nữa, ông chỉ ra rằng các sóng điện từ có tần số cao hơn và thấp hơn (tần số mà điện tích đang dao động) có khả năng sẽ nằm vượt ngoài tần số ánh sáng. Nói cách khác, phải có một dải sóng điện từ thuộc mọi tần số. Và quả vậy, ngày nay chúng ta biết rằng điều này đúng.

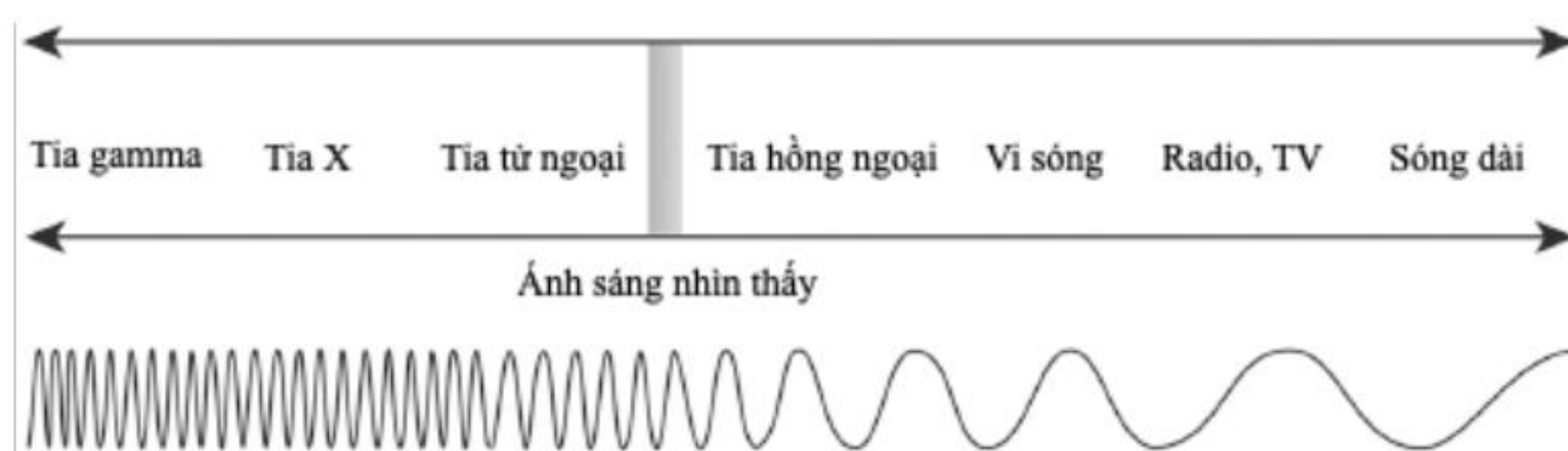
Dự đoán của ông được nêu ra vào thập niên 1860, và chẳng bao lâu thì sóng điện từ được dò thấy trực tiếp. Vào tháng Tám 1879, nhà vật lí Đức Heinrich Hertz chế tạo được một dụng cụ đơn giản trong phòng lab của ông mà ông tin rằng có thể dùng nó để dò các sóng của Maxwell. Nó gồm một vòng dây với một khe trống tại đó gắn các quả nắm nhỏ bằng đồng thau. Vòng dây được nối với một cuộn cảm cho một tia lửa phát ra nháy qua khe trống đó. Sau đó ông chế một vòng dây thứ hai với một cuộn dây cảm ứng tác dụng như một detector. Khi vòng dây thứ nhất được nối với cuộn cảm, thì một tia lửa nháy qua khe trống, gửi ra một “tín hiệu”. Tín hiệu này được phát hiện bởi vòng dây thứ hai (máy thu) đặt gần đó. Hertz đã có thể chỉ ra rằng tín hiệu ấy biểu hiện tính chất sóng, và nó có một bước sóng, hay tần số, nhất định, vì vậy đây phải là một sóng điện từ khác. Hơn nữa, ông còn có thể tính được tốc độ của nó, cho thấy rằng nó bằng với tốc độ ánh sáng. Ông công bố khám phá của mình vào năm 1887, khẳng định nó là một xác thực cho dự đoán của Maxwell.



Thiết bị của Hertz dùng để dò sóng điện từ.

PHỔ ĐIỆN TỪ

Hertz đã đúng: quả thật có một phổ rộng sóng điện từ. Ngày nay chúng ta biết rằng chúng biến thiên từ tia gamma bước sóng rất ngắn (tần số cao) cho đến sóng vô tuyến bước sóng rất dài (tần số thấp). Ở giữa hai thái cực này là tia X, ánh sáng tử ngoại (UV), ánh sáng nhìn thấy, bức xạ hồng ngoại và vi sóng. Ngoài ra, tất cả các sóng này đều mang năng lượng, hay chính xác hơn, chúng là một dạng năng lượng, và biên độ năng lượng của chúng phụ thuộc vào tần số (số dao động trên giây) của chúng.²



Phổ điện từ

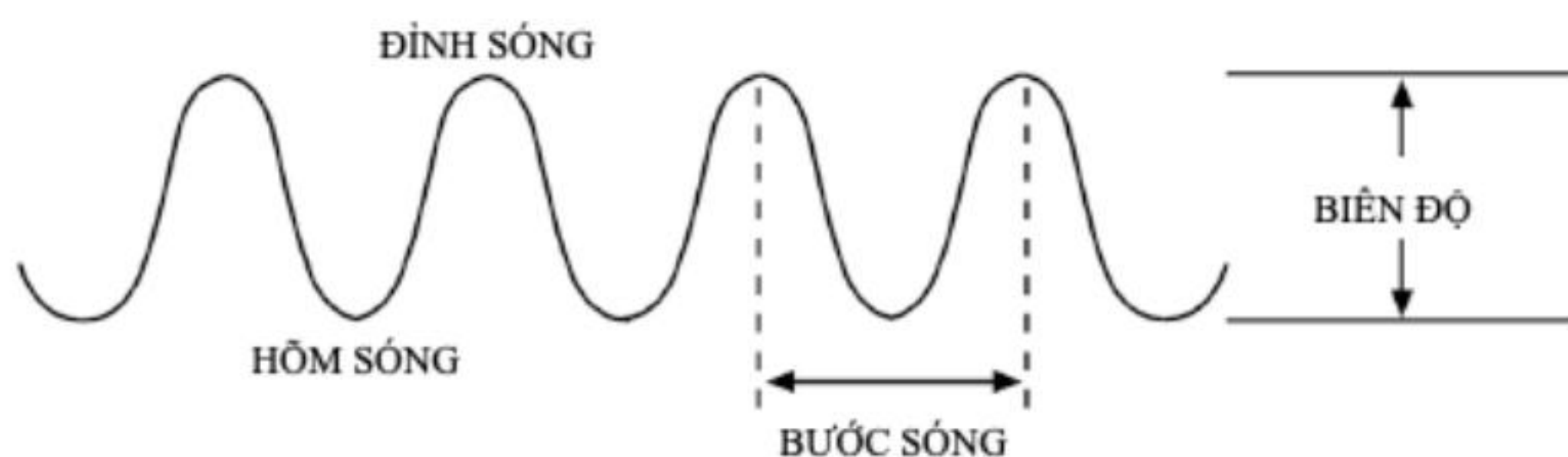
Một số loại bức xạ này đã được phát hiện trước đó. Vào năm 1800, nhà thiên văn gốc Đức William Herschel đang nghiên cứu nhiệt độ của các màu sắc khác nhau bằng cách di chuyển một nhiệt kế dọc theo phổ màu sắc do một lăng kính tạo ra thì ông để ý thấy nhiệt độ cao nhất thật ra nằm ngoài đầu màu đỏ, nó nằm tại rìa đầu quang phổ. Ông kết luận rằng ánh sáng mặt trời có chứa một bức xạ kiểu nhiệt không thể nhìn thấy được. Ngày nay chúng ta biết đây là bức xạ hồng ngoại. Bạn có thể dễ dàng phát hiện ra nó khi bật lò sưởi điện. Bạn cảm thấy sức nóng từ lâu trước khi lò chuyển sang màu đỏ.

Vào năm sau đó, Johann Ritter nhìn vào đầu kia của phần quang phổ nhìn thấy thì ông phát hiện thấy những tia vô hình giống với tia màu tím, nhưng nằm ngoài đầu tím trong quang phổ. Ông gọi chúng là “tia hóa học”, nhưng tên gọi của chúng sau này được đổi thành tia tử ngoại.

Ngoài ra, nhiều năm trước đó, năm 1895, Wilhelm Röntgen ở Đức đã chú ý tới một kiểu bức xạ năng lượng cao được tạo ra khi một ống hút chân

không được thiết lập điện áp cao. Ông gọi các sóng ấy là tia X. Và Hertz, trong một số thí nghiệm trước đó của ông, đã phát hiện ra vi sóng và sóng vô tuyến. Cuối cùng, vào năm 1910 nhà vật lí Anh William Bragg chỉ ra rằng có các sóng năng lượng rất cao, cao hơn cả tia X. Các sóng này được gọi là tia gamma.

Hãy trở lại thời đại ngày nay và xem xét tỉ mỉ cách chúng ta nhận dạng mỗi loại bức xạ này. Như chúng ta vừa nói, chúng khác nhau về tốc độ dao động, hay tần số của chúng. Và bởi vì tần số liên hệ với bước sóng (khoảng cách giữa các điểm bằng nhau trên phương sóng lan truyền), nên chúng cũng khác nhau về bước sóng. Ngoài ra, chúng còn khác nhau về mức năng lượng mà chúng có (chúng ta sẽ nói nhiều hơn về vấn đề này ở phần sau). Nói chung, chúng ta sẽ nhận dạng chúng bằng tần số của chúng. Đơn vị đo cho tần số là Hertz (Hz), đó là số dao động mỗi giây. Tuy nhiên, phạm vi tần số quá rộng nên thỉnh thoảng chúng ta phải dùng các đơn vị như megahertz (MHz), đó là một triệu Hertz. Chẳng hạn, ánh sáng hồng ngoại có tần số lên tới xấp xỉ 100.000 MHz. Các vi sóng mà bạn quen thuộc khi sử dụng lò vi sóng có tần số từ 1.000 đến 100.000 MHz. Và sóng vô tuyến chạy từ 1.000 MHz đến 50 MHz. Với bức xạ có tần số cao hơn nữa, chúng ta phải dùng gigahertz (GHz), đó là một tỉ Hertz. Bức xạ hồng ngoại nằm trong vùng này. Và cuối cùng, vượt khỏi tia hồng ngoại, qua miền ánh sáng nhìn thấy và tia tử ngoại, người ta sử dụng một đơn vị gọi là terahertz (THz), hay một nghìn tỉ Hertz.



Hình vẽ một sóng cho thấy bước sóng và biên độ.

Hầu như mỗi kiểu bức xạ này đều có ứng dụng quan trọng đối với chiến tranh. Sóng vô tuyến được sử dụng rộng rãi trong truyền thông, và, như chúng

ta sẽ thấy, radar giữ một vai trò trọng yếu trong Thế chiến II, và nó vẫn được sử dụng rộng khắp. Chúng ta cũng sẽ bàn về laser; đa số laser sử dụng ánh sáng nhìn thấy, song các tần số bức xạ khác ngày nay cũng được sử dụng để tạo ra các kiểu laser khác, và laser giữ một vai trò quan trọng trong quân sự. Bức xạ hồng ngoại cũng có ứng dụng quan trọng trong quân sự với các dụng cụ đa dạng hỗ trợ nhìn đêm. Và cuối cùng, tất nhiên, tia X rất quan trọng trong việc chữa trị cho binh lính bị thương.

SÓNG VÔ TUYẾN

Sóng vô tuyến là một dạng bức xạ điện từ, và chẳng bao lâu sau khám phá của Hertz thì các nhà khoa học bắt đầu làm thí nghiệm với chúng. Một trong những người đầu tiên làm thế là Guglielmo Marconi (1874–1937) người Italy. Khi Hertz qua đời vào năm 1894, đã có một niềm hứng thú hồi sinh bất ngờ với các khám phá của ông và nhiều tờ báo đã công bố các bài báo về chúng. Công trình của Hertz đã thu hút sự chú ý của Marconi, lúc ấy ông chỉ mới hai mươi tuổi. Ông cam chắc rằng các sóng mà Hertz khám phá có thể dùng để tạo ra một hệ thống điện báo không dây, nói cách khác, một hệ thống điện báo có thể gửi đi các thông điệp mà không cần dây dẫn. Bởi thế, ông đã thiết lập một hệ thống đơn giản nhằm kiểm tra xem điều này khả thi hay không. Hệ thống của ông gồm một dao động tử đơn giản (một máy phát vô tuyến tạo ra tia lửa điện) và một máy thu “coherer”, đó là một cải tiến của một dụng cụ thu trước đây. Ông dùng một khóa điện báo điều khiển máy phát để nó gửi đi một dải các xung dài và ngắn (các chấm và gạch); một máy thu điện báo được kích hoạt bởi coherer.³

Vào hè năm 1895, ông đã có thể cho truyền nhận thông điệp trên cự li một dặm rưỡi. Lúc ấy ông quả quyết rằng ông cần tài trợ để cải tiến dụng cụ. Chẳng tìm được mấy ai ở Italy quan tâm, nên ông cùng mẹ đi sang Anh, tại đó ông đã trình diễn dụng cụ của mình trước William Preece, trưởng kĩ sư điện của Tổng cục Bưu điện Anh. Sau đó là một loạt các buổi trình diễn trước các

viên chức chính phủ, và với sự hậu thuẫn của họ, vào tháng Ba 1897, Marconi đã có thể gửi một thông điệp đi xa 3,7 dặm.

Marconi và các thí nghiệm của ông bắt đầu thu hút sự chú ý quốc tế. Vào năm 1899, ông cho bố trí thiết bị ở hai bờ Eo biển Anh và gửi một thông điệp từ Pháp sang Anh. Không lâu sau đó, ông lên tàu sang Mỹ theo lời mời của tờ *New York Herald*. Trong năm sau đó, ông bắt đầu nghiên cứu thiết bị gửi một thông điệp xuyên Đại Tây Dương, và vào ngày 12 tháng Mười Hai 1901 ông khẳng định đã hoàn thành mục tiêu này. Tuy nhiên, vẫn có một số người hoài nghi, vì thế vào tháng Hai 1902, ông cho bố trí một thiết bị tân tiến hơn và chứng minh các chỉ trích là sai lầm. Rõ ràng ông đã hoàn thành mục tiêu của mình.

Một trong những trở ngại ban đầu trong việc truyền tải vô tuyến đường xa, hay ít nhất là những trở ngại được dự tính, là độ cong của Trái Đất. Vì sóng vô tuyến truyền đi theo đường thẳng, nên người ta nghĩ độ cong này sẽ làm chặn mất tín hiệu. Marconi hỏ dỏ khi thấy điều này đã không xảy ra. Nguyên do là vì sóng vô tuyến bị phản xạ tới lui do sự có mặt của các hạt tích điện trong khí quyển.

Marconi tiếp tục nghiên cứu về dụng cụ của ông trong nhiều năm, nhưng ông sớm phát hiện rằng ông có đối thủ cạnh tranh. Các thông điệp của ông sử dụng một dải chấm và gạch (mã Morse), nhưng vào đầu thập niên 1900, ống chân không đầu tiên được phát minh, và do đó, việc truyền giọng nói không dây trở nên có thể. Phát triển mới này nhanh chóng làm lu mờ sự truyền tải điện báo.

Tuy nhiên, điều đặc biệt là bộ chiến tranh ở cả hai bờ Đại Tây Dương đều sớm quan tâm đến dụng cụ của Marconi. Bộ chiến tranh Anh quốc là một trong những khách hàng đầu tiên của Marconi; và chẳng bao lâu sau đó thì các hãng điện báo lớn của Đức bắt đầu mua các sản phẩm của ông; ông thành lập một công ty ở Đức để bắt đầu bán chúng vào khoảng năm 1900.

Radio sớm bắt đầu giữ một vai trò quan trọng trong chiến tranh. Trong vài năm sau đó, các máy phát và máy thu đã được cải tiến rất nhiều và radio trở thành phương tiện truyền thông chính trong chiến tranh. Nó bắt đầu được sử dụng bởi cả hai phe trong Thế chiến I, và tất nhiên nó được sử dụng rộng rãi trong Thế chiến II.

TIA X

Một kiểu bức xạ điện từ khác thiết yếu trong chiến tranh là tia X, và việc sử dụng nó chủ yếu để cứu mạng người chứ không phải tiêu diệt họ. Sự ra đời của công nghệ tia X có lịch sử lùi ngược xa hơn cả công nghệ vô tuyến. Tia X được khám phá bởi nhà vật lý Đức Wilhelm Röntgen.⁴ Lúc ấy, thế giới khoa học đang bị thu hút bởi một khám phá mới được lập mấy năm trước đó. Dòng điện cao áp chạy trong một ống hàn kín chứa chất khí hiếm tạo ra cái gọi là tia cathode. Chúng đã thu hút rất nhiều chú ý, và Röntgen bắt đầu làm thí nghiệm với chúng. Vào đêm ngày 8 tháng Mười Một 1895, ông phát hiện thấy thứ kì lạ. Ông đặc biệt quan tâm đến ánh sáng chói, gọi là sự phát quang, xảy ra trong những hóa chất nhất định, và ông muốn tìm hiểu xem tia cathode có gây ra sự phát quang hay không. Khi làm việc trong một căn phòng tối, ông để ý thấy tờ giấy ông bọc platinocyanide đang phát sáng. Điều này thật lạ bởi lẽ tia cathode đâu có đập thẳng vào nó; thật vậy, chúng đã bị chặn mất rồi, thế nhưng khi ông tắt ống tia cathode đi thì ánh sáng kia biến mất. Chẳng mấy chốc ông nhận ra rằng ống tia cathode đang phát ra một loại bức xạ nào đó, nhưng nó vô hình, và ông phát hiện thấy nó đang phát ra từ chỗ tia cathode đập trúng thủy tinh. Kiểm tra thêm, ông tìm thấy bức xạ mới này có tính đâm xuyên cao. Nó không những đi qua được gỗ và những tấm kim loại mỏng; mà nó còn hoàn toàn xuyên qua bàn tay ông. Hơn nữa, dùng nó ông đã chụp ảnh xương bàn tay mình. Ông lập tức biết rằng kiểu bức xạ mới này sẽ có ứng dụng y khoa quan trọng, đặc biệt với trường hợp gãy xương, và có lẽ còn định vị được viên đạn và những thứ linh tinh bên trong cơ thể người. Ông không biết nên gọi các sóng ấy là gì, nên ông đặt tên cho chúng là tia X, và tên gọi được dùng luôn kể

từ đó. Trong một thời gian ngắn (1900), ông được trao Giải Nobel đầu tiên cho khám phá này.

Quả thật, tia X đã trở thành một công cụ quan trọng đối với chiến tranh. Trong Thế chiến I, trang thiết bị tia X đã trở thành một bộ phận quan trọng của nhiều trạm cứu hộ và bệnh viện gần nơi chiến sự. Madam Curie là một trong những người đầu tiên khuyến khích sử dụng tia X điều trị cho binh lính bị thương trong Thế chiến I. Theo năm tháng, thiết bị tia X đã được cải tiến rất nhiều, và ngày nay nó là một công cụ trọng yếu trong chiến tranh.

ÁNH SÁNG VÀ TIA HỒNG NGOẠI

Nghe có vẻ lạ khi mà ánh sáng bình thường là một sóng điện từ, nhưng đúng là như thế. Điều này có nghĩa là tia X và ánh sáng về cơ bản là như nhau; khác biệt duy nhất giữa chúng là tần số của chúng. Và, như chúng ta đã thấy, tần số liên quan trực tiếp với năng lượng. Tần số của tia X cao hơn nhiều so với của ánh sáng, vì thế tia X có năng lượng cao hơn nhiều. Điều đó giải thích vì sao chúng dễ dàng đâm xuyên qua cơ thể bạn và có thể nguy hiểm.

Chúng ta cũng có thể nói rằng ánh sáng bình thường là một vũ khí quan trọng của chiến tranh bởi lẽ kính viễn vọng và ống nhòm có một vai trò quan trọng trong chiến tranh kể từ khi các thấu kính phóng đại được phát minh ra. Kính viễn vọng thực tế đầu tiên được phát minh bởi người thợ kính Hà Lan Hans Lippershey vào năm 1604, nhưng ông giữ nó bí mật trong mấy năm trời. Tuy nhiên, 5 năm sau đó, Galileo đã nghe nói tới khám phá này và tự tay chế tạo một chiếc kính viễn vọng.

Kính viễn vọng đơn giản có hai thấu kính chính: một thấu kính hội tụ tương đối lớn (cong lồi ra ở cả hai mặt) gọi là vật kính, và một thấu kính nhỏ hơn gọi là thị kính. Những dụng cụ như vậy được gọi là kính viễn vọng khúc xạ. Một loại kính viễn vọng khác, gọi là kính viễn vọng phản xạ, sử dụng một cái gương thay cho thấu kính hội tụ lớn. Kính viễn vọng phản xạ được Newton phát minh, và nó chủ yếu được dùng trong thiên văn học. Kính viễn vọng khúc

xạ được sử dụng rộng rãi trong chiến tranh ngày xưa, và chúng vẫn được sử dụng ngày nay. Hans Lippershey còn chế tạo một phiên bản kiểu ống nhòm của chiếc kính viễn vọng của ông vào năm 1608, với hai kính viễn vọng được gắn sát bên nhau, nhưng nó khá thô kệch. Kính viễn vọng kiểu ống nhòm hình hộp dùng trên mặt đất được chế tạo vào nửa sau của thế kỉ mười bảy và nửa đầu thế kỉ mười tám bởi một số người, nhưng chúng vẫn khá thô kệch.

Ống nhòm hiện đại sử dụng một hệ thống lăng kính được khám phá vào năm 1854 bởi Ignazio Porro người Italy. Các hệ thống khác cũng được sử dụng. Một số thấu kính, ngoài vật kính và thị kính, được sử dụng trong các ống nhòm hiện đại.

Bây giờ nói sang bức xạ hồng ngoại, chúng ta tìm thấy một trong những ứng dụng quân sự hữu ích nhất là sử dụng tia hồng ngoại để tăng cường sự nhìn ban đêm. Những loại kính mắt hồng ngoại đặc biệt cho phép người ta nhìn thấy tốt hơn vào ban đêm. Có hai kiểu dụng cụ được sử dụng. Kiểu thứ nhất sử dụng các bước sóng hồng ngoại gần nhất với ánh sáng khả kiến để tăng độ nét hình ảnh, sử dụng một ống đặc biệt, gọi là ống tăng cường ảnh, để thu gom và khuếch đại ánh sáng hồng ngoại trong vùng này. (Nó còn thu gom một phần ánh sáng khả kiến.) Một thấu kính thông thường thu lấy ánh sáng này và gửi nó đến ống tăng cường ảnh, bộ phận này biến đổi tín hiệu ánh sáng thành các electron có phân bố giống như vậy. Sau đó một ống nhân electron làm tăng cường chùm tia, giữ nguyên kiểu phân bố cũ. Rồi các electron này đập vào một màn hình phủ phosphor, làm cho chúng phát ra ánh sáng có cùng phân bố như hình ảnh ban đầu, nhưng độ nét được tăng lên.

Dụng cụ thứ hai sử dụng phép chụp ảnh nhiệt. Nó tập trung vào vùng hồng ngoại xa ánh sáng khả kiến nhất. Trong trường hợp này một phân bố nhiệt gọi là bản đồ nhiệt (thermogram) được tạo ra. Bản đồ nhiệt này sau đó được biến đổi thành các xung điện, và các xung này được gửi đến một đơn vị gọi là đơn vị xử lí tín hiệu, nó phiên dịch chúng thành một dạng thức thích hợp cho hiển thị.

Các thấu kính nhìn đêm như trên được quân đội sử dụng rộng rãi để định vị mục tiêu vào ban đêm. Chúng còn được sử dụng để do thám và dẫn đường.

Laser, một khám phá quan trọng khác, cũng sử dụng ánh sáng trong vùng này, nhưng chúng sẽ được bàn tới trong một chương sau.

RADAR

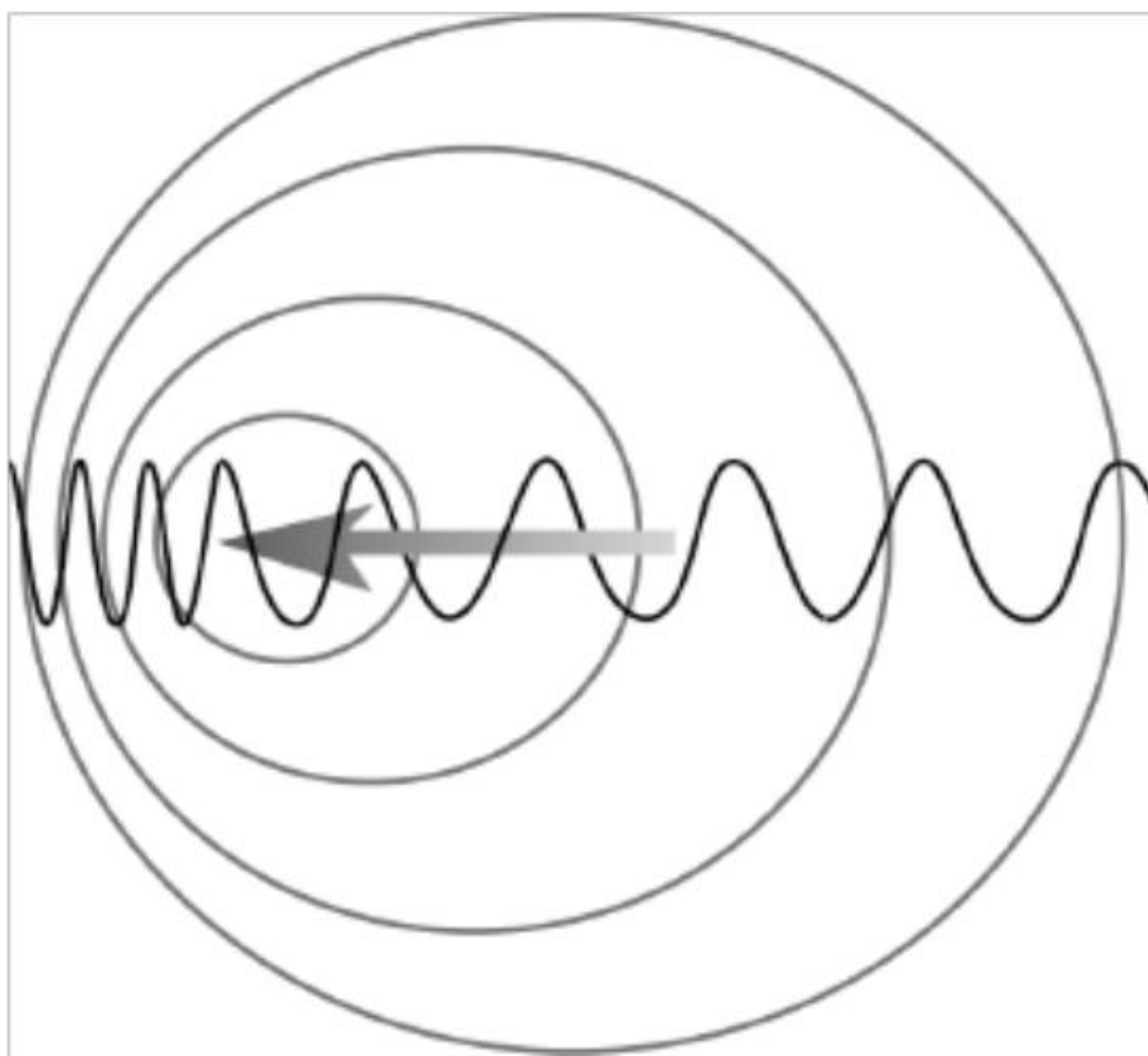
Radar là một công nghệ khác sử dụng bức xạ điện từ, và, như chúng ta sẽ thấy trong chương 16, nó giữ một vai trò lớn trong Thế chiến II, và nó giữ một vai trò quan trọng trong quân sự kể từ đó. Từ radar thật ra là viết tắt cho Radio Detection và Ranging (Dò tầm bằng sóng vô tuyến). Nói chung, nó được sử dụng vì một hoặc nhiều điều sau đây:

- Phát hiện vị trí của một vật ở một cự li xa mà không thể nhìn thấy trực tiếp.
- Phát hiện tốc độ của vật đó.
- Tạo ra một bản đồ tô-pô của một khu vực mặt đất.

Radar hoạt động nhờ tiếng vọng và cái gọi là Hiệu ứng Doppler.⁵ Mặc dù đa số mọi người đều quen thuộc với tiếng vọng, nhưng Hiệu ứng Doppler thì ít người biết tới hơn, vì thế tôi sẽ giải thích nó. Mặc dù radar thường sử dụng vi sóng, nhưng khái niệm này dễ hiểu nhất nếu giải thích chúng theo sóng âm. Các hiện tượng liên quan về cơ bản là giống nhau. Và quả thật sóng âm được sử dụng theo cách y như vi sóng cho cái gọi là sonar. Sonar quan trọng đối với tàu ngầm, và chúng ta sẽ bàn cụ thể về nó ở chương tiếp theo.

Bây giờ trở lại với Hiệu ứng Doppler. Như bạn đã biết rõ, sóng âm có một bước sóng, hay tần số, nhất định, y hệt như sóng điện từ. Với điều này trong đầu, bây giờ hãy xét một ô tô đang chạy đến gần bạn với còi xe đang réo. Sóng âm từ ô tô truyền ra xa ở tốc độ âm thanh, nhưng ô tô đang chuyển động, thành ra nó “đuổi kịp” sóng âm đó. Do vậy, sóng âm bị nén lại một chút, và

điều này có nghĩa là bước sóng của nó thu ngắn lại (xem hình). Tuy nhiên, khi ô tô chạy qua, bạn trải nghiệm một hiệu ứng ngược lại do bởi hai vận tốc lúc này ngược chiều nhau. Trong trường hợp này bước sóng dài ra do sóng bị kéo dãn. Bởi vậy, bạn để ý thấy khi ô tô đang tiến đến gần, độ cao, hay tần số của nó cao hơn so với khi ô tô đậu tại chỗ, và nó trở nên thấp hơn khi ô tô tiến ra xa bạn. Hiệu ứng được khám phá bởi nhà vật lí Áo Christian Doppler (1803–1853). Nó không chỉ xảy ra với sóng âm, mà với mọi sóng, trong đó có sóng vô tuyến.



Hiệu ứng Doppler. Sóng âm bị nén theo chiều chuyển động và dãn ra theo chiều ngược lại.

Cách chúng ta dùng tiếng vọng để xác định khoảng cách đến một vật thì cũng dễ hiểu thôi. Giả sử bạn biết tốc độ âm thanh trong không khí (xấp xỉ 1.126 foot trên giây), và giả sử bạn đo được thời gian để âm thanh đi tới một vật và dội trở lại, thì khoảng cách đến vật đó có thể được xác định bằng cách chia thời gian bạn đo được cho hai rồi sau đó nhân kết quả với vận tốc âm thanh. Vì thế tiếng vọng cho bạn biết khoảng cách. Song bạn cũng có thể kết hợp thời gian của tiếng vọng với Hiệu ứng Doppler để tính tốc độ của một vật, ví dụ như chiếc ô tô trong ví dụ trước. Trong trường hợp này, giả sử bạn gửi

một tín hiệu âm thanh về phía ô tô đang tiến về phía bạn. Một phần sóng âm đó sẽ bị phản xạ bởi ô tô và cuối cùng tạo ra tiếng vọng, nhưng phần lớn sóng âm sẽ tán xạ theo những hướng khác. Sóng âm tán xạ theo những hướng khác có thể bỏ qua. Vậy nên ta sẽ có một tiếng vọng, nhưng đồng thời, vì ô tô đang tiến về phía chúng ta, nên sóng âm sẽ bị nén. Các sóng của tiếng vọng dội lại do đó sẽ có độ cao lớn hơn so với các sóng ban đầu. Nếu bạn đo được sự chênh lệch độ cao của các sóng phản hồi, khi so với các sóng mà bạn gửi đi, thì bạn sẽ có thể xác định chiếc ô tô đang chạy nhanh bao nhiêu. Và do thời gian của tiếng vọng cho bạn biết khoảng cách, nên bạn có cả tốc độ của ô tô và khoảng cách của nó.

Tuy nhiên, trên thực tế, sóng âm không vận hành tốt lắm. Trước hết, trong đa số trường hợp tiếng vọng sẽ khó phát hiện và đo được. Nó sẽ mờ nhạt và sẽ có rất nhiều nhiễu. Hơn nữa, âm thanh không truyền đi xa lắm trước khi nó tắt mất. Tuy nhiên, vì sóng không gặp vấn đề này, và đây là lí do vì sao chúng được sử dụng trong radar.

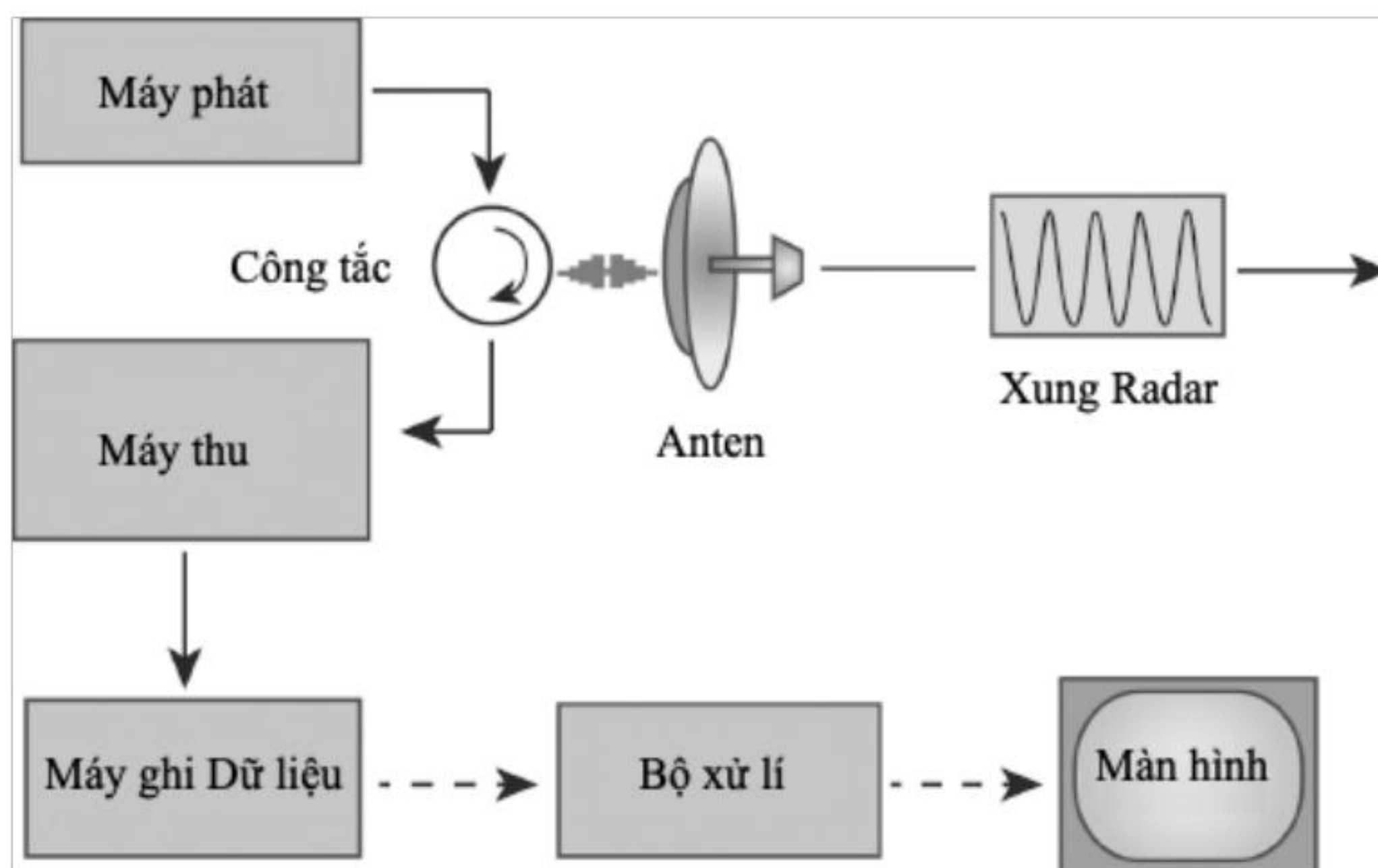
Thế nên hãy bố trí một hệ thống radar đơn giản sử dụng vi sóng và nhìn vào nó. Giả sử chúng tôi muốn dùng nó để dò tìm máy bay địch bị ẩn khuất tầm nhìn do sương mù hay mây che. Trước tiên chúng ta phải gửi đi một tín hiệu vi sóng. Hình thức tốt nhất cho tín hiệu này, như chúng ta sẽ thấy, là một xung sóng thật nhanh. Giả sử xung đó kéo dài một micro giây (một phần triệu của một giây); nói cách khác, chúng ta chỉ bật máy phát trong một micro giây. Xung này sẽ rời máy phát và truyền về phía mục tiêu; khi đi tới mục tiêu, nó sẽ va vào mục tiêu, và phần lớn nó sẽ bị phản xạ. Thật vậy, phần lớn xung sẽ bị phản xạ theo những hướng ngẫu nhiên, nhưng một phần nó sẽ phản hồi thẳng về máy phát, và xung phản hồi có thể được dò tìm và khuếch đại. Do vậy, tất nhiên, chúng ta sẽ cần một máy thu, và máy thu này thông thường (không phải luôn luôn) đặt cùng chỗ với máy phát. Vì thế ngay khi máy phát radar gửi đi tín hiệu của nó, nó được tắt đi, và máy thu được bật lên để lắng nghe tiếng vọng. Vì sóng radar truyền đi ở tốc độ ánh sáng, nên chẳng mất bao lâu cho tiếng vọng quay về máy thu. Ngay sau khi thu nhận được, các linh kiện điện tử

đo lấy thời gian cần thiết cho chuyển động của nó, và chúng còn đo được độ lệch bước sóng của nó, nói cách khác là độ lệch Doppler của nó. Thông tin này được gửi đến một máy vi tính trong hệ thống tính ra khoảng cách và tốc độ của máy bay đang đến, hoặc bất kì thứ gì đang được dò tìm.⁶

Một hệ thống radar thật sự có thể dò tìm được nhiều thứ hơn chứ không riêng tốc độ và khoảng cách đến máy bay địch. Nó còn có thể phát hiện cao độ của máy bay và hướng mà nó đang bay. Và máy bay không phải là mục tiêu duy nhất của nó. Người ta có thể sử dụng nó để dò tìm tàu thuyền trên biển, phi thuyền vũ trụ, tên lửa đạn đạo đến từ nước khác (đang bắn vào chúng ta), sự hình thành thời tiết như bão và các hiện tượng khác, và lập bản đồ địa hình. Và bất kể mục tiêu có bị che khuất bởi mây mù hay đa số hiện tượng thời tiết khác. Vì thế radar hiển nhiên là một bộ phận sống còn của bất kì hệ thống phòng thủ nào.

Hãy nhìn kĩ hơn vào dụng cụ, bắt đầu với máy phát. Nó gửi đi các tín hiệu radar vi sóng theo hướng của mục tiêu. Tín hiệu radar bị phản xạ bởi đa số kim loại và sợi carbon; đây là lí do vì sao radar lí tưởng cho việc dò tìm máy bay, tàu thuyền, xe cộ, tên lửa, và vân vân. Tuy nhiên, tín hiệu radar không được phản xạ tốt lắm từ các vật liệu hấp thụ radar như các vật liệu chịu lực cao và vật liệu từ tính nhất định, và do vậy, các vật liệu này được sử dụng cho các loại máy bay và xe quân sự để chúng có thể tránh được radar.

Và còn có những vấn đề liên quan đến máy thu. Chùm tia vi sóng phản xạ thường rất yếu, thế nên máy thu phải khuếch đại nó. Thật vậy, các chùm radar bị tán xạ khỏi mục tiêu theo kiểu giống như ánh sáng bị phản xạ khỏi gương, nhưng có một khác biệt quan trọng. Ánh sáng bình thường có bước sóng rất ngắn, còn vi sóng có bước sóng tương đối dài. Và nếu máy thu radar “nhìn thấy” đúng mục tiêu, thì bước sóng của tín hiệu radar phải ngắn hơn nhiều so với kích cỡ mục tiêu. Các radar lúc mới ra đời sử dụng các tín hiệu bước sóng tương đối dài (trong vùng vô tuyến) và do đó gặp khó khăn trong việc phiên dịch tín hiệu phản xạ. Tuy nhiên, các đơn vị radar hiện đại hơn ngày nay sử dụng các bước sóng vi sóng tương đối ngắn.



Một hệ thống radar đơn giản.

Một vấn đề nữa với radar là vi sóng trong khí quyển và cả bên trong dụng cụ có thể tự nhiễu với tín hiệu. Sự nhiễu này lẫn át lên tín hiệu radar và phải được làm giảm hay “làm sạch” trước khi tín hiệu phản hồi được phân tích đúng. Các sóng nhiễu có thể đến từ nhà cửa, núi non, và các vật thể khác phản xạ vi sóng.

MỘT KHÁM PHÁ LI KÌ

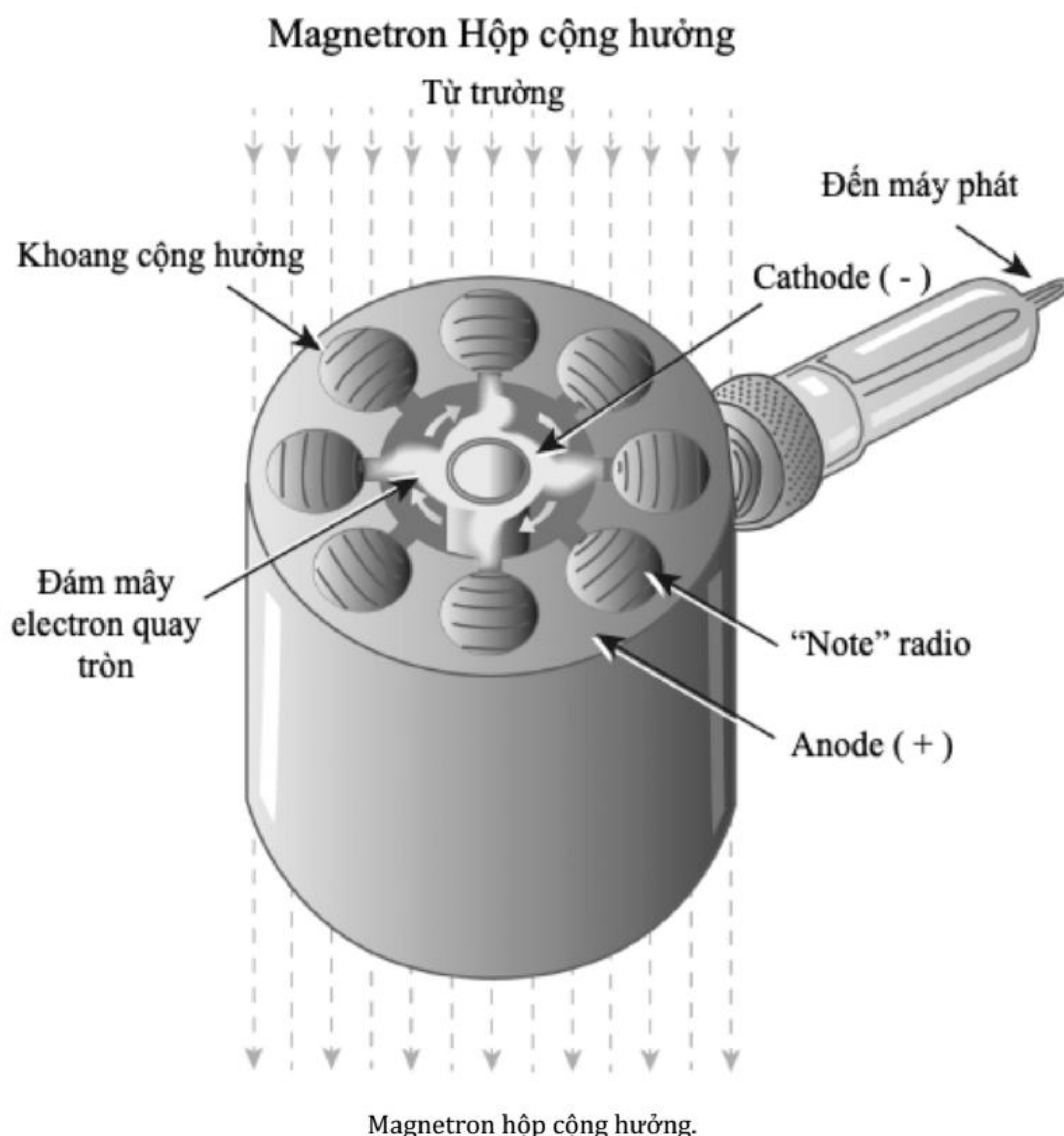
Vào cuối thập niên 1930, có một điều trở nên hiển hiện là nước Đức đang xây dựng quân đội và có khả năng sẽ mở một cuộc tấn công toàn diện vào nước Anh trong tương lai gần. Và người ta cũng biết rằng người Đức có gần ba nghìn máy bay so với nước Anh chỉ có tám trăm. Bởi lẽ đó, người Anh cho thiết lập một hệ thống rộng khắp gồm các trạm radar, song radar lúc ấy vẫn còn có những trục trặc nghiêm trọng. Nó có công suất thấp và sử dụng sóng vô tuyến không cho ảnh rõ nét. Người Anh cần thứ gì đó tốt hơn, và họ

cần có nhanh. Những bước sóng ngắn nhất sẵn có là khoảng 150 centi mét (59 inch) với công suất khoảng 10 watt.⁷

Nhà khoa học bắt đầu tìm kiếm. Chẳng mấy chốc người ta để ý rằng một nhà vật lí General Electric, Albert Hall, tại Schenectady, New York, đã phát minh ra một dụng cụ đơn giản ông gọi là magnetron vào năm 1920. Trông nó có vẻ hứa hẹn, song lúc ấy ông không nghĩ ra cho nó được bất kì công dụng nào. Dụng cụ của Hall không phát ra vi sóng, nhưng người ta sớm phát hiện rằng với một chút cải tiến, nó có khả năng tạo ra vi sóng, và, bởi thế, nó thu hút một sự chú ý nhất định. Tuy nhiên, mãi đến cuối thập niên 1930, khi hai kĩ sư ở Anh, Harry Boot và John Randall, quyết định khảo sát thêm về dụng cụ ấy thì người ta mới thật sự thấy kích thích. Dụng cụ trước đó của Hall gồm một cathode (điện cực âm) và một anode (điện cực dương) trong một ống thủy tinh, khá giống với một ống chân không bình thường. Boot và Randall cải tiến nó; họ dùng một thân đồng, nó tác dụng như anode. Nó có hình trụ, cùng với một số khoang hình trụ xung quanh thành trong của nó. Các khoang này mở vào một buồng chân không ở giữa chứa anode. Một nam châm vĩnh cửu tạo ra từ trường chạy song song với trục hình trụ. Cathode được câu với một nguồn cấp cao áp. Nguồn này sản sinh các electron chạy về phía các thành trụ. Tuy nhiên, các electron này bị từ trường làm lệch hướng thành quỹ đạo cong, và điều này làm cho chúng tạo nên những dòng điện tròn nhỏ bên trong các khoang. Các dòng điện này tạo ra bức xạ vi sóng có thể chiếu vào một dụng cụ gọi là bộ dẫn sóng phân kênh nó sang một dụng cụ bên ngoài nơi nó được sử dụng. Điều đặc biệt hay là bước sóng của bức xạ vi sóng liên quan đến kích cỡ của khoang, và do đó có thể điều chỉnh được.

Khi Boot và Randall hoàn thành dụng cụ của họ vào tháng Hai 1940, họ kiểm tra nó và ngạc nhiên thấy nó tạo ra vi sóng với công suất tới gần năm trăm watt – gấp năm mươi lần công suất của các dụng cụ trước đó. Thêm nữa, bước sóng của bức xạ vi sóng đó chỉ là 10 centi mét (3,93 inch), đem lại hình ảnh sắc nét hơn nhiều về các mục tiêu địch. Ngoài ra, dụng cụ cũng đủ nhỏ để

cầm vừa trong tay. Họ cảm thấy hả dạ, và trong vài tháng sau đó họ hoàn thiện dụng cụ của mình.



Tuy nhiên, lúc này, chiến tranh đã nổ ra, và nước Anh đang kẹt tiền. Nhưng người Anh cần dụng cụ mới ấy; thật vậy, họ cần một số lượng lớn cho hệ thống phòng thủ radar của họ chống máy bay Đức. Churchill biết rằng nước Anh không thể sản xuất số lượng lớn theo nhu cầu, nhưng nước Mỹ có thể, và ông biết rằng nước Mỹ đang nghiên cứu hệ thống radar của riêng họ và sẽ ngạc nhiên trước dụng cụ mà Boot và Randall nghĩ ra. Vì thế, ông đề nghị Henry

Tizard, chủ tịch Ủy ban Nghiên cứu Hàng không, mang magnetron sang Mỹ trao đổi tìm sự hỗ trợ sản xuất nó hàng loạt.

Trong một sứ mệnh bí mật diễn ra vào tháng Chín 1940, Tizard đi Mỹ. Trong một chiếc hộp nhỏ ông mang theo một magnetron có khả năng sinh 500 watt (trong khi magnetron mạnh nhất ở Mỹ khi ấy chỉ có thể tạo ra khoảng 10 watt). Và quả vậy, trong một thời gian ngắn, hai bên đạt được một thỏa thuận. Các viên chức Mỹ sau này mô tả dụng cụ là “kiện hàng có giá trị nhất từng được mang đến bờ biển của chúng ta.”⁸

Các nhà khoa học tại Bell Labs đã chế một bản sao của dụng cụ thích hợp cho sản xuất hàng loạt trước khi kết thúc năm 1940, và một phòng thí nghiệm được thành lập tại MIT (Viện Công nghệ Massachusetts) để phát triển một hệ thống radar mạnh hơn sử dụng nó. Trở lại nước Anh, các nhà khoa học tại TRE (Lực lượng Nghiên cứu Viễn thông) đã phát triển một hệ thống radar mới mang tính cách mạng có thể dùng cho máy bay lập bản đồ mặt đất.

Thường được gọi là magnetron hộp cộng hưởng do các khoang cộng hưởng nhỏ bên trong nó, magnetron cho phép dò tìm các vật rất nhỏ, ví dụ như kính tiềm vọng của tàu ngầm. Và vì magneton lúc này đã đủ nhỏ để lắp đặt trên máy bay, nên một đội máy bay có thể dễ dàng phát hiện tàu ngầm địch và phá hủy chúng. Dụng cụ mới còn tỏ ra có giá trị trong việc dò tìm máy bay ném bom Đức đang tiến đến trước khi chúng đến Anh, để Không quân Hoàng gia có thể nghênh đón chúng. Và nó cũng đã cải tiến độ chuẩn xác của những trận đột kích ném bom của phe Đồng Minh lên nước Đức. Điều này sẽ được thảo luận cụ thể hơn nhiều trong chương 16.

CHƯƠNG 15

SONAR VÀ TÀU NGẦM

Chúng ta đã bàn nhanh về tàu ngầm ở các chương trước. Trong chương này, chúng ta sẽ xét tàu ngầm kĩ hơn. Nó đã được cải tiến theo năm tháng, và chẳng mất bao lâu cho các nước nhận ra rằng nó có tiềm năng quân sự không hề nhỏ.

Mặc dù một vài thiết kế thô cho tàu ngầm đã xuất hiện trước thế kỉ mười tám, song một trong những người đầu tiên chế tạo một mô hình hoạt động được chính là kĩ sư Mỹ Robert Fulton. Từ năm 1793 đến 1797, ông đã chế tạo tàu ngầm vận hành được đầu tiên trong khi sống ở Pháp. Nó có thể lặn dưới nước trong mười bảy phút, và nó dài khoảng hai mươi bốn foot. Ông gọi nó là *Nautilus*. Tàu ngầm cũng được sử dụng trong Nội Chiến nước Mỹ. Phe Liên Minh chế được bốn tàu ngầm, nổi tiếng nhất trong đó là chiếc *H.L. Hunley*. Sau chiến tranh, nghiên cứu về tàu ngầm vẫn tiếp diễn, và nghiên cứu này thường gắn liền với hai cái tên: Simon Lake và John Holland. Lake bắt đầu làm thí nghiệm với ý tưởng sử dụng lực nổi để nhận chìm và trồi lên một tàu ngầm. Holland nghiên cứu các phương pháp đẩy. Chiếc tàu ngầm vũ trang đầu tiên của Hải quân Mỹ, USS Holland, do Holland chế tạo vào năm 1898. Nó dài năm mươi ba foot, cân nặng bảy mươi lăm tấn, và nó có một động cơ đốt trong dùng để chạy trên mặt nước và một động cơ điện dùng khi lặn.

Mọi tàu ngầm đều phụ thuộc vào một nguyên lí được thiết lập hồi nhiều năm trước bởi Archimedes xứ Syracuse, Sicily. Chúng ta đã nói sơ về nó ở phần trước; bây giờ hãy xét nó cụ thể hơn.

NGUYÊN LÍ ARCHIMEDES

Nguyên lí Archimedes liên quan đến áp suất tác dụng lên một vật ở trong nước hay chất lỏng khác, hay chính xác hơn, lực nổi tác dụng lên một vật

trong một chất lưu.¹ Để hiểu nó, hãy bắt đầu với khái niệm áp suất; nó được định nghĩa là lực trên đơn vị diện tích, hay viết theo đại số là $P = F/A$, trong đó P là áp suất, F là lực, và A là diện tích. Nếu bạn xét áp suất tác dụng lên một bề mặt cho trước dưới một lượng nước nhất định, thì bạn dễ dàng thấy rằng áp suất đó là do trọng lượng của cột nước phía trên nó tác dụng lên bề mặt đã cho. Và trọng lượng của cột nước này phụ thuộc vào trọng lượng riêng của nó, hay trọng lượng trên đơn vị thể tích của nó. Trọng lượng riêng của nước là sáu mươi hai pound trên foot khối.

Song chúng ta chủ yếu quan tâm đến lực nổi, thế nên hãy xét một khối lập phương chất rắn bên trong một bể nước và xác định lực nổi tác dụng lên nó. Đây là lực đẩy nó lên trên. Nguyên lí Archimedes nói rằng *lực hướng lên tác dụng lên vật bất kì ở trong nước hay chất lưu khác có độ lớn bằng với trọng lượng chất lưu bị chiếm chỗ*. Archimedes (278–212 tCN) đã đi tới nguyên lí này khi nhà vua xứ Syracuse hạ lệnh cho ông kiểm tra xem người thợ rèn có đánh cắp vàng mà ngài đã trao để làm vương miện bằng cách tráo bạc vào đó hay không. Và, như vỡ lẽ, người thợ rèn đã làm thế.

Nguyên lí Archimedes có giá trị nếu vật bị nhận chìm hoàn toàn, hoặc nó nổi. Quả vậy, ta dễ dàng thấy rằng nếu trọng lượng của vật nhỏ hơn trọng lượng của nước bị chiếm chỗ (khi nó hoàn toàn bị nhận chìm), thì vật sẽ nổi. Điều này có nghĩa là nếu trọng lượng riêng của nó nhỏ hơn của nước, thì nó sẽ nổi.

Bây giờ hãy xét khối lập phương rắn trong bể nước. Giả sử nó chìm hoàn toàn. Áp suất tác dụng lên mọi mặt bên của nó sẽ cân bằng bởi lẽ có một lực bằng về độ lớn và ngược chiều ỨNG với mỗi lực tác dụng lên nó. Nhưng lực tác dụng lên mặt trên và mặt đáy sẽ khác nhau do bởi lực hướng lên tác dụng lên mặt đáy lớn hơn lực tác dụng lên mặt trên, vì mặt đáy khối lập phương ở sâu hơn. Hiệu hai lực này sẽ bằng trọng lượng của nước mà khối lập phương chiếm chỗ. Đây là lực nổi. Và nếu nó lớn hơn trọng lượng của khối lập phương, thì khối lập phương sẽ trôi lên trên và nổi. Tất nhiên, đây là điều mà nguyên lí Archimedes cho chúng ta biết. Nó xảy ra với bất kì vật nào ở trong nước khi

trọng lượng riêng của vật nhỏ hơn của nước, và thật vậy, đây là nguyên do tàu thuyền có thể nổi, mặc dù chúng được làm bằng thép nặng. Thép có trọng lượng riêng cao, nhưng con tàu chủ yếu là không khí, vốn có trọng lượng riêng nhỏ hơn nhiều so với nước, thành ra nó có trọng lượng riêng trung bình nhỏ hơn của nước.

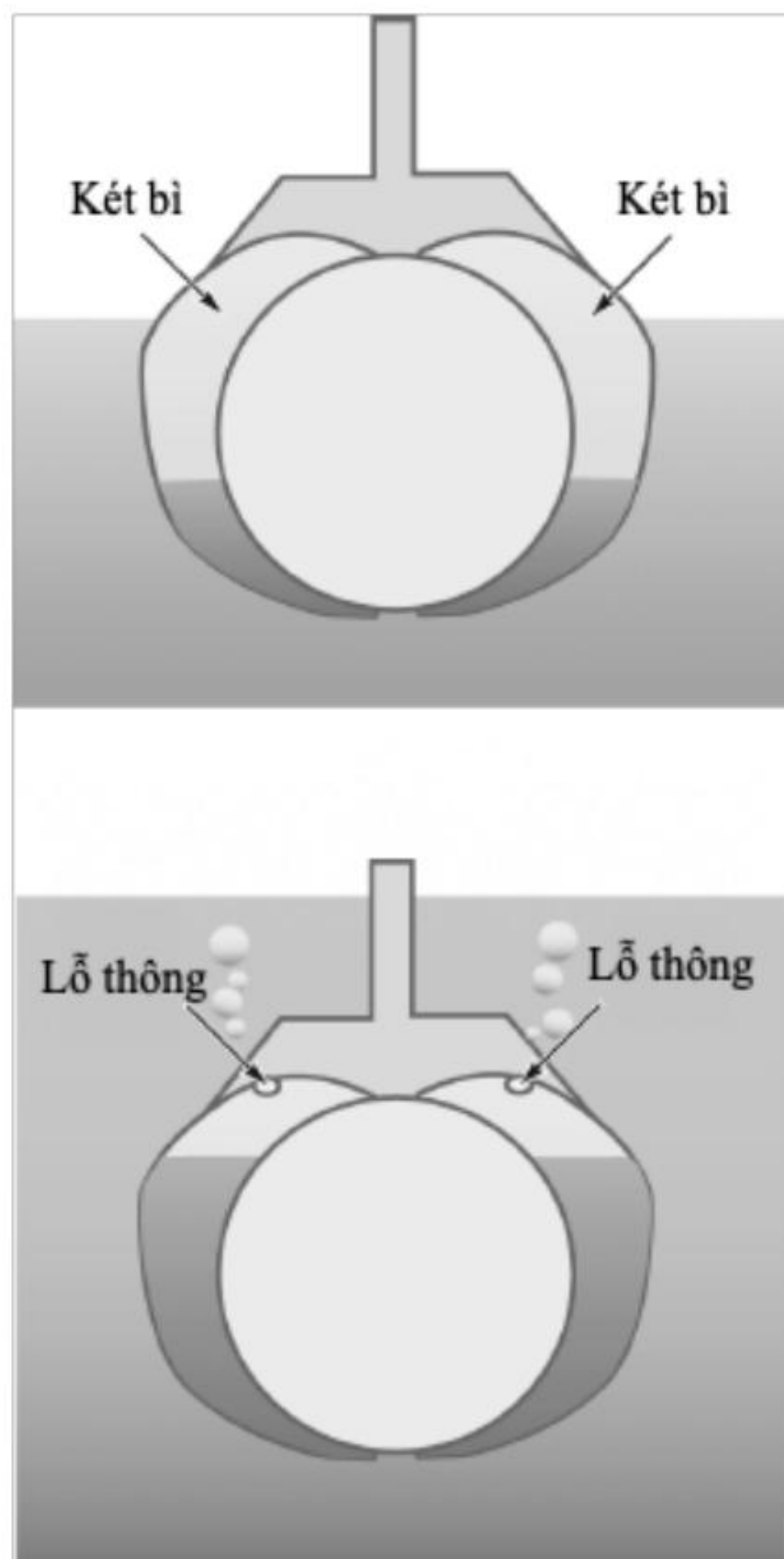
VẬT LÝ HỌC VỀ TÀU NGẦM

Tất nhiên, một tàu ngầm có thể nổi trên mặt nước, và nó cũng có thể lặn dưới nước. Và khi nó nổi thì trọng lượng riêng trung bình của nó nhỏ hơn của nước, nhưng khi nó lặn thì trọng lượng riêng trung bình của nó phải lớn hơn. Vậy nên rõ ràng nó phải thay đổi trọng lượng riêng, và nó làm như vậy bằng cách sử dụng các két bì trên mặt ngoài của nó. Khi các két này chứa đầy không khí thì trọng lượng riêng trung bình của tàu ngầm nhỏ hơn của nước, vì thế tàu ngầm nổi lên. Để chìm xuống, tàu ngầm giải phóng không khí qua các lỗ thông nhỏ và cho phép các két chứa đầy nước. Khi chúng đầy (hoặc đầy một phần), thì trọng lượng riêng của tàu ngầm đủ cho nó chìm xuống. Để nổi lên, không khí được bơm vào các két bì từ một két khí nén. Nó ép nước ra ngoài.²

Người ta còn dùng thủy phi cơ hỗ trợ trong quá trình lặn xuống và trồi lên. Chúng ở phía sau tàu ngầm và trông tựa như cánh máy bay. Chúng giúp lái tàu ngầm lên xuống theo kiểu giống như bánh lái trên máy bay.

Điều cũng quan trọng là phải giữ cho tàu ngầm thẳng bằng và ổn định ở những độ sâu khác nhau khi nó ở dưới mặt nước. Trên thực tế có một vài trục trặc. Ví dụ, trọng lượng riêng của nước tăng theo độ sâu, vì thế lực nổi tăng khi độ sâu tăng. Nhiệt độ của nước cũng có một tác dụng nhỏ. Do vậy và do những vấn đề khác, tàu ngầm ở trạng thái cân bằng không bền khi nó chìm, và do đó nó có xu hướng trồi lên hoặc chìm xuống ở đầu này hoặc đầu kia trừ khi có sự điều chỉnh liên tục. Điều này được gọi là giữ thẳng bằng. Để giữ thẳng bằng, tàu ngầm sử dụng các két nhỏ hơn ở đầu tàu và đuôi tàu. Máy bơm dịch

chuyển nước tới lui giữa chúng, làm thay đổi phân bố trọng lượng hầu như liên tục. Một hệ thống tương tự cũng được sử dụng để giữ ổn định.³



Các két bì trên tàu ngầm.

NĂNG LƯỢNG CHO CHÂN VỊT

Tàu ngầm cần năng lượng để làm quay chân vịt, và theo năm tháng nguồn năng lượng này cũng thay đổi theo. Những tàu ngầm xưa nhất được cấp sức đẩy bằng cơ bắp con người. Một số người thật sự đã quay chân vịt bằng

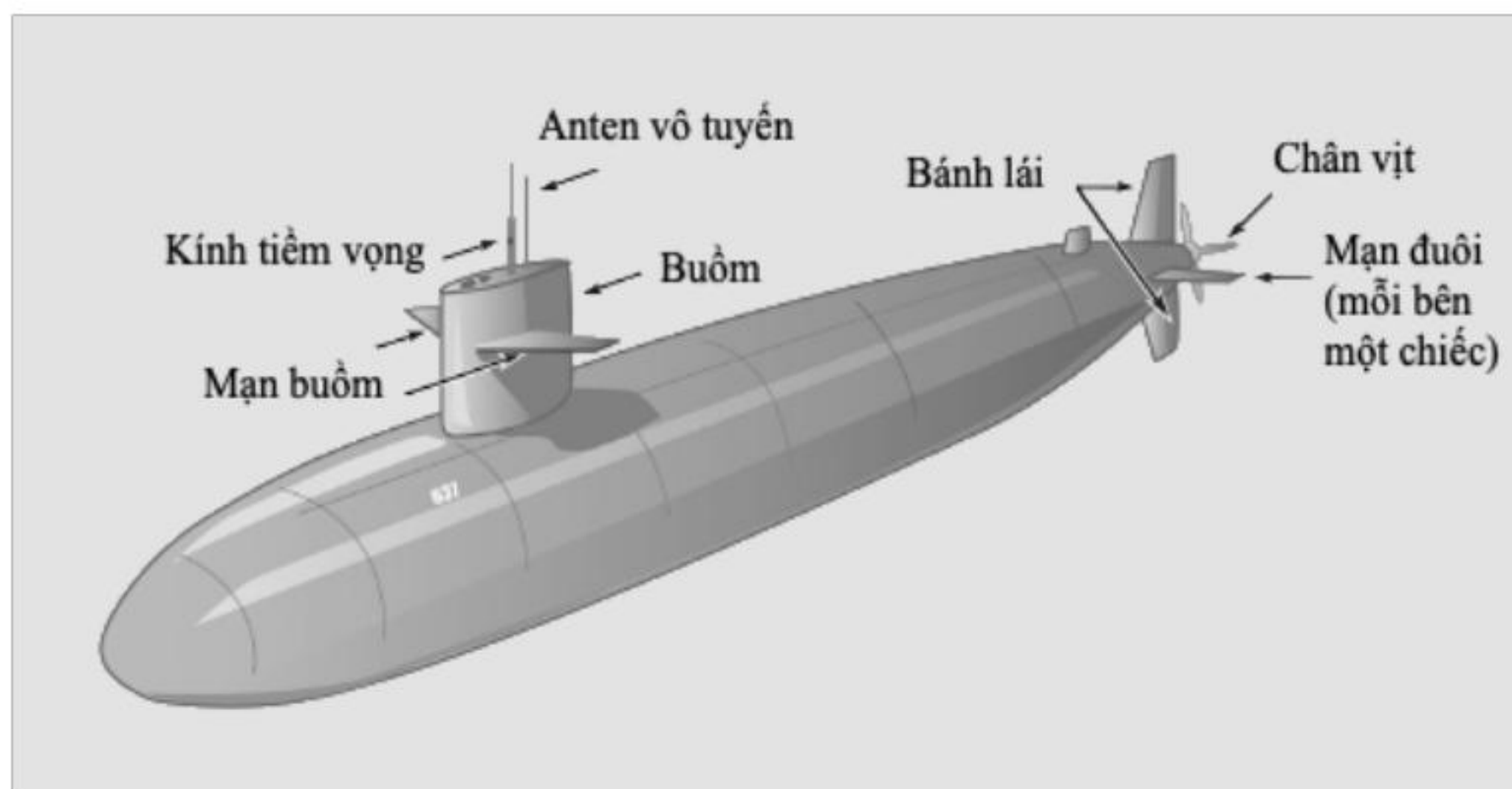
tay. Nhưng chẳng mấy chốc thì động cơ các kiểu đã ra đời để làm việc này. Vào khoảng năm 1900, các động cơ sức khí đã được sử dụng trên mặt nước, và động cơ điện được sử dụng khi tàu ngầm chìm xuống. Tuy nhiên, động cơ xăng sớm bị thế chỗ bởi động cơ diesel. Trong những tàu ngầm đầu tiên thuộc loại này, động cơ diesel và động cơ điện ngăn cách nhau bởi một khớp li hợp, nên chúng gắn chung với một trục chân vịt. Điều này cho phép động cơ diesel chạy động cơ điện làm máy phát điện có thể dùng để sạc acquy dùng để cấp điện. Một trong những vấn đề chính với tàu ngầm thời Thế chiến I và Thế chiến II là chúng phải trồi lên mặt nước để sạc lại các acquy của chúng khá thường xuyên. Cuối cùng, một dụng cụ thông hơi đã được phát minh để chúng có thể sạc lại trong khi vẫn ở dưới nước, nhưng chúng vẫn phải ở khá gần mặt nước.

HÌNH DẠNG VÀ KÍNH TIỀM VỌNG

Một trong những vấn đề chính gắn liền với tàu ngầm là lực kéo theo thủy động lực học. Lực kéo theo cũng là vấn đề đối với ô tô, và do đó chúng được thiết kế với hình dạng sao cho lực kéo theo là tối thiểu. Trong trường hợp tàu ngầm, môi trường mà chúng chuyển động là nước, và nước gây ra lực kéo theo lớn hơn nhiều so với không khí. Hình dạng giọt nước mắt ở phần trước được dùng để giữ cho lực kéo theo tối thiểu trên đa số tàu ngầm sử dụng trong Thế chiến I và Thế chiến II; tuy nhiên, gần đây hơn, một hình dạng hơi khác đã được sử dụng, mặc dù hình dạng giọt nước mắt vẫn được dùng trong chừng mực nào đó.

Trên nóc tàu ngầm là một tháp dựng đứng, gọi là tháp chỉ huy, nó được trang bị kính tiềm vọng, các dụng cụ điện tử khác nhau, và radio. Trong nhiều tàu ngầm xưa, phòng điều khiển cũng nằm ở đây. Phòng điều khiển ngày nay đặt bên trong tàu ngầm và tháp dựng đứng ngày nay được gọi là buồng. Kính tiềm vọng cho phép người quan sát ở trong tàu ngầm nhìn thấy những gì đang xảy ra trên mặt nước khi tàu ngầm chìm dưới nước. Nó gồm một hệ thống gương và thấu kính làm bẻ cong và phản xạ hình ảnh xuống một cái ống dài.

Trong các tàu ngầm mới người ta dùng cột buồm photon thay thế cho kính tiềm vọng. Chúng là các camera màu, phân giải cao, gửi hình ảnh qua sợi quang xuống một màn hình lớn (trong quang học sợi, các xung ánh sáng được gửi đi theo một sợi quang dài).



Sơ đồ tàu ngầm cho thấy kính tiềm vọng, buồm, và bánh lái.

ĐI LẠI

Tàu ngầm hiện đại có thể sử dụng GPS (hệ thống định vị toàn cầu) để hỗ trợ dẫn đường trong khi nó ở trên mặt nước, nhưng khi chìm dưới nước thì GPS không hoạt động được. Vì thế, các tàu ngầm mới hơn có các hệ thống dẫn đường quán tính dưới nước giúp theo dõi vị trí của chúng bằng cách để ý chuyển động của chúng ra xa một điểm cố định nào đó. Các hệ thống này khá phức tạp, và chúng thường sử dụng con quay hồi chuyển để lần theo vị trí của tàu ngầm. Các tàu ngầm Mỹ sử dụng một hệ thống gọi là SINS (hệ thống dẫn đường quán tính cho tàu thuyền); nó dùng con quay hồi chuyển để lần theo vị trí của tàu ngầm bằng cách theo dõi các thay đổi lộ trình của nó. Các con số được nạp vào máy vi tính và so sánh với tọa độ xuất phát. Với hệ thống này, thủy thủ trên tàu ngầm có thể nhanh chóng xác định được họ ở đâu vào bất kỳ lúc nào.

Con quay hồi chuyển không chỉ hữu ích cho việc dẫn đường dưới nước, mà, như chúng ta sẽ thấy, chúng còn được sử dụng để dẫn đường cho ngư lôi thẳng đến mục tiêu. Con quay hồi chuyển có ích bởi lẽ chúng biểu hiện một tính chất cơ bản gọi là quán tính hồi chuyển, đem lại cho nó sự vững chãi trong không gian. Như chúng ta đã thấy ở phần trước, đây là hệ quả của định luật thứ nhất của Newton về chuyển động, nó nói rằng một vật có xu hướng tiếp tục đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều trừ khi chịu một lực ngoài tác dụng. Điều này có nghĩa là khi một con quay hồi chuyển đang quay tròn theo một chiều nhất định, thì cần có lực để làm thay đổi chuyển động đó. Thật vậy, con quay không những có ích trên tàu ngầm và ngư lôi; chúng còn được dùng trên phi thuyền vũ trụ, tên lửa, tên lửa dẫn đường, và tàu thuyền, thế nên rõ ràng chúng giữ một vai trò quan trọng trong trang thiết bị chiến tranh.

SONAR

Cũng có tầm quan trọng để đi lại dưới nước là sonar. Khi tàu ngầm lặn xuống, nó thường biến mất khỏi tầm nhìn xung quanh vì ánh sáng không xuyên sâu lắm vào nước. Vì thế mặc dù có các video camera gắn bên ngoài tàu, song chúng ít có tác dụng. Sonar tương tự như radar ngoại trừ là nó sử dụng sóng âm thay cho vi sóng. Trong chương trước, chúng ta đã thấy các hệ thống radar gửi đi một xung điện từ sau đó tìm kiếm tiếng vọng, hay sóng phản xạ, của xung đó. Bằng cách phân tích tiếng vọng, hệ thống radar có thể xác định có những gì xung quanh chúng, mặc dù các vật ấy không thể nhìn thấy trực tiếp. Theo cách tương tự, sonar cho phép thủy thủ tàu ngầm nhìn thấy những gì có ở trong nước xung quanh họ.⁴

Có hai loại sonar được sử dụng ở tàu ngầm: chủ động và thụ động. Sonar chủ động giống radar ở chỗ thời gian truyền cho sóng phản xạ được ghi nhận theo sự biến thiên tần số của tín hiệu ban đầu. Một máy phát tín hiệu chủ động tạo ra một xung sóng âm được gọi là một ping. Xung này được tập trung thành một chùm tương đối hẹp, để nó truyền đi theo một hướng nhất định. Nó

chủ yếu được dùng để phát hiện các tàu ngầm khác, tàu thuyền, hay các vật thể khác xung quanh tàu ngầm. Phân tích tiếng vọng đem lại thông tin về khoảng cách đến vật thể và hướng cùng tốc độ mà nó đang di chuyển. Khoảng cách của nó dễ dàng được xác định từ thời gian giữa lúc phát tín hiệu và lúc phản hồi tiếng vọng. Tốc độ của nó có thể được xác định từ Hiệu ứng Doppler.⁵

Một trong những trở ngại đối với sonar chủ động trong chiến tranh là tàu thuyền hay tàu ngầm khác ở vùng lân cận có thể dễ dàng nhận ra nó, điều đó cho phép kẻ địch xác định vị trí của con tàu. Do vậy, trong nhiều tình huống người ta dùng sonar thụ động. Nó đơn giản là một microphone rất nhạy dưới nước dùng để nghe các tiếng nhiễu trong nước xung quanh tàu ngầm. Vấn đề, tất nhiên, là nhận dạng sóng âm mà microphone thu được. Tuy nhiên, trong đa số trường hợp, nhiệm vụ này được giao cho một máy vi tính. Một bộ cơ sở dữ liệu quy mô về các âm thanh khác nhau, cùng với những thứ gây ra chúng, được lưu trữ trong máy tính. Khi một âm thanh nhất định được phát hiện, nó được cho vào máy tính để nhận dạng. Nói chung, sonar thụ động có tầm hoạt động lớn hơn, và nó có ưu điểm là không bị phát hiện.

Trong Thế chiến II, sonar chủ động nói chung được giữ ở mức tối thiểu, nên đa số tàu ngầm phụ thuộc nhiều vào sonar thụ động. Song các kỹ thuật và dụng cụ hiện đại đã cải tiến sonar chủ động, nên ngày nay sonar chủ động lẫn thụ động đều được sử dụng rộng rãi. Tất nhiên, có những vấn đề khác với cả hai loại sonar. Tín hiệu bị ảnh hưởng bởi độ sâu dưới nước và bởi nhiệt độ và tính hòa tan của nước, và các yếu tố này đều được xét đến. Ngoài ra, còn có cái gọi là nhiệt tuyến trong đại dương. Nó là sự phân chia rõ nét giữa lớp nước bề mặt ấm áp và lớp nước lạnh, đứng yên bên dưới. Khi sóng âm truyền qua nó, chúng có xu hướng bị lệch hướng, và điều này cũng phải được xét đến.

Sonar không chỉ dùng cho tàu ngầm. Các vật gọi là phao âm cũng được sử dụng rộng rãi trong Thế chiến II, và chúng vẫn được sử dụng ngày nay. Phao âm là những hệ thống nhỏ, dài khoảng ba foot và rộng năm inch, có thể dễ dàng được thả hoặc ném ra từ máy bay hoặc tàu thuyền. Chúng nổi trong nước và có thể là chủ động hoặc thụ động. Tín hiệu của chúng được thu bởi

một con tàu hay máy bay gần đó. Tuy nhiên, chúng có các hạn chế. Chúng có tuổi thọ giới hạn (tùy thuộc vào pin của chúng) và tầm hoạt động giới hạn, nhưng chúng tỏ ra thật hữu ích.

NGƯ LÔI

Người ta cho rằng Robert Fulton là người đầu tiên trang bị ngư lôi cho tàu ngầm. Tàu ngầm của ông, chiếc *Nautilus*, được trang bị một ngư lôi thật ra chỉ hơi lớn hơn một hộp thuốc nổ được thiết kế để phát nổ bên dưới tàu địch. Ông dùng nó trong một lần trình diễn ở Pháp vào năm 1801 để đánh chìm một con tàu nhỏ, và một lần nữa trình diễn ở Anh, nhưng ông đã không thu hút được sự quan tâm của cả hai chính phủ.⁶

Ngư lôi lần đầu tiên xuất hiện trong Nội chiến nước Mỹ, và chúng được sử dụng hiệu quả nhất bởi hải quân Liên Minh. Thời ấy chúng được gắn trên một cái xà dọc phía trước tàu ngầm, từ đó chúng được gắn vào tàu địch. Thỉnh thoảng chúng phát nổ do cú đập khi chúng va vào con tàu, và thỉnh thoảng người ta dùng dụng cụ cài giờ. Ngư lôi trôi tự do, hay cái ngày nay chúng ta gọi là thủy lôi, cũng được sử dụng. Hai mươi hai con tàu Liên Bang đã bị ngư lôi Liên Minh đánh chìm, trong khi chỉ sáu tàu Liên Minh bị phá hủy bởi ngư lôi Liên Bang. Một trong những vụ đắm tàu nổi tiếng nhất là chiến tích của tàu ngầm Liên Minh, *H.L. Hunley*. Vào đêm 17 tháng Hai 1864, nó giáp mặt và đánh chìm con tàu USS *Housatonic* của Liên Bang, nhưng vụ nổ lớn đến mức làm hỏng luôn *Hunley*, và nó chìm cùng với toàn bộ thủy thủ đoàn. Vào năm 2004, các tàn tích của *Hunley* đã được định vị và trục vớt.

Một trong những tiến bộ đáng kể nhất trong công nghệ ngư lôi xảy ra vào năm 1864. Một người Anh đang làm việc ở Áo, Robert Whitehead, trở nên hứng thú với ngư lôi và quyết định chế một mẫu sẽ chạy ngay bên dưới mặt nước. Vào tháng Mười 1866, ông đã có mô hình sẵn sàng chạy. Nó được lái bằng một động cơ khí nén hai xilanh, có tốc độ tối đa khoảng bảy dặm rưỡi mỗi giờ, và tầm xa xấp xỉ hai trăm yard. Các viên chức ở Áo thấy ấn tượng đến

mức họ mua nó ngay. Tuy nhiên, ông cũng đã nhượng quyền sản xuất nó cho một vài nước khác. Lạ thay, Hải quân Mỹ không quan tâm đến nó.

NGƯ LÔI HOẠT ĐỘNG NHƯ THẾ NÀO

Ngư lôi hiện đại là một kiểu đạn tự đẩy. Nó được chứa trong kho phóng cho đến khi được thả ra. Khi được phóng ra, nó được cấp một vận tốc ban đầu, nhưng khi nó chuyển động trong nước có một số lực khác tác dụng lên nó. Trọng lực hút nó xuống, và lực kéo theo của nước tạo ra ma sát làm nó chậm lại. Sự ma sát do lực kéo theo của nước gây ra thật sự khá lớn – lớn hơn khoảng một nghìn lần so với lực kéo theo do không khí gây ra. Tùy vào thiết kế, còn một lực nữa cũng tham gia vào, đó là lực nổi của chính ngư lôi. Toàn bộ những lực này đều phải được xét đến.

Những ngư lôi ra đời sớm nhất sử dụng không khí nén làm quay chân vịt của chúng. Tuy nhiên, trong vòng vài năm, người ta nhận thấy oxygen nén có hiệu quả hơn, nhưng các hệ thống oxygen sẽ gây nguy hiểm cho tàu ngầm khi chúng bị tấn công. Do vậy, người Đức đã sử dụng một động cơ điện nhỏ được cấp nguồn bằng acquy. Nó có thêm ưu điểm là không giải phóng các bọt bóng khi ngư lôi tiến về phía mục tiêu của nó. Nó chậm hơn và có tầm xa hạn chế hơn so với ngư lôi trước đó, nhưng nó rẻ tiền hơn nhiều. Nước Mỹ cũng sớm trình làng một mẫu động cơ điện gọi là Mark 18.

Ngư lôi có thể được nhắm vào mục tiêu và bắn theo kiểu y hệt như đạn pháo được khai hỏa. Trong trường hợp này, không có sự kiểm soát trên ngư lôi một khi nó rời khỏi tàu ngầm, và không thay đổi gì được nữa nếu mục tiêu nhìn thấy nó và cố tránh né. Do vậy, ngư lôi có dẫn đường thường được sử dụng. Trong một số trường hợp, chúng được dẫn đường đến mục tiêu bởi sóng âm của nó hoặc bằng cách sử dụng sonar. Chúng được gọi là ngư lôi sóng âm. Những ngư lôi sóng âm đầu tiên được người Đức triển khai vào cuối Thế chiến II, và chúng tỏ ra khá hiệu quả trong việc chống lại tàu thuyền mặt nước và các tàu ngầm khác.

Ngư lôi sóng âm được trang bị các bộ cảm biến và máy phát sóng âm trước mũi chúng. Do đó, chúng vừa có thể phát hiện sóng âm đến từ mục tiêu vừa có thể tạo ra các phản hồi sonar. Thông thường ngư lôi khởi động bằng cách sử dụng sonar thụ động. Một khi sonar thụ động phát hiện ra quân địch, nó chuyển sang chế độ sonar chủ động, cho phép nó gửi một chùm sóng âm để định vị quân địch chính xác hơn. Sau đó nó tấn công.

Một hiệu ứng hữu ích khác trong trường hợp ngư lôi là cái gọi là siêu khoang (supercavitation). Khi một vật chuyển động trong nước ở tốc độ cao, áp suất phía sau vật giảm, và, do đó, một bong bóng hình thành có thể bao xung quanh vật. Điều này đặc biệt hữu ích trong trường hợp ngư lôi vì nước gây ra một lực ma sát kéo theo lớn lên nó. Tuy nhiên, nếu vật ở trong một bong bóng như thế, thì lực kéo theo giảm đi rất nhiều. Bởi thế, ngư lôi được thiết kế để tạo ra các bong bóng siêu khoang.

TÀU NGẦM TRONG THẾ CHIẾN II

Tàu ngầm được sử dụng rộng rãi trong Thế chiến II bởi cả hai phe. Chúng đặc biệt hiệu quả đối với người Đức lúc mới bùng nổ chiến tranh và đối với người Mỹ chống lại người Nhật lúc về cuối cuộc chiến. Mặc dù chúng bị hạn chế về tốc độ, tầm hoạt động, và thời gian lặn dưới nước, song chúng có thể tấn công hoàn toàn bất ngờ và gây thiệt hại khủng khiếp, nên chúng có tính sát thương cao. Mặc dù tàu ngầm ban đầu về cơ bản là những con tàu dưới nước, nhưng chúng dành rất nhiều thời gian ở trên mặt nước, chỉ lặn xuống khi chúng giao chiến với kẻ thù.⁷

Hiệp ước Versailles kết thúc Thế chiến I không cho phép nước Đức chế tạo tàu mặt nước hoặc tàu ngầm. Nhưng người Đức sớm nhận thấy rằng họ có thể chế tạo tàu ngầm nhanh chóng hơn nhiều và bí mật hơn, nên họ tập trung vào chúng, và lúc bùng nổ Thế chiến II họ đã có hạm đội tàu ngầm lớn nhất thế giới. Hơn nữa, lúc này họ còn phát triển một vài công nghệ và kỹ thuật mới, vì thế tàu ngầm của họ tốt hơn tàu ngầm Anh và Mỹ. Sự thành công của tàu ngầm

U buổi đầu của người Đức chủ yếu là nhờ một thuyền trưởng tàu ngầm U Thế chiến I, Karl Doenitz. Ông đã xây dựng hạm đội tàu ngầm và trang bị cho nó đoàn thủy thủ được huấn luyện tinh nhuệ, và ông đã phát triển cái gọi là chiến thuật Wolfpack, nó đặc biệt hữu hiệu. Để khởi động chiến thuật, các tàu ngầm U của Đức sẽ rải rác khắp các vùng biển rộng lớn tìm kiếm các đội tàu được hộ tống. Khi phát hiện một tàu, thuyền trưởng tàu U định vị được nó sẽ phát tín hiệu đến các tàu U khác, và họ sẽ lập thành nhóm vây xung quanh và phía trước đội tàu được hộ tống. Thời ấy, mỗi đội tàu đều được hộ tống và bảo vệ bởi tàu khu trục và các tàu chiến khác, nên các thuyền trưởng tàu U phải khôn ngoan hơn các đội tàu kia. Bởi thế, họ sẽ cùng nhau tấn công vào ban đêm, gây ra càng nhiều hỗn loạn càng tốt; điều này đem lại cho tàu ngầm Đức cơ hội tẩu thoát tốt hơn nhiều. Khi chiến thuật này được sử dụng lần đầu tiên, quân Đồng Minh đã chịu tổn thất nặng nề.

Mục tiêu chính của các tàu U Đức là cắt nguồn tiếp tế cho nước Anh từ phía Mỹ. Và các tàu U đã đánh chìm nhiều tàu buôn đến mức có vẻ như chúng đã đạt được mục tiêu. Tuy nhiên, có một vấn đề: các thành viên của bộ chỉ huy cao cấp Đức, và đặc biệt là Hitler, đã không nhận ra các tàu ngầm của họ hiệu quả như thế nào. Hitler đang tập trung vào chiến tranh trên đất liền, và tàu ngầm không có thứ hạng cao trong danh sách ưu tiên của ông. Thành ra khi Doenitz xin thêm tàu ngầm, Hitler đã khiến ông thất vọng.

Cuối cùng, người Anh và người Mỹ đã phát triển được các dụng cụ và kỹ thuật chống tàu ngầm rất hiệu quả. Và vào năm 1943 thì chiến thuật Wolfpack không còn hiệu quả nữa. Radar và sonar được sử dụng song hành với một kỹ thuật mặt nước đặc biệt hữu ích gọi là Huff Duff, trong đó các nguồn vô tuyến được định vị bằng tam giác đạc. Ngoài ra, các chuyên gia mật mã người Anh cuối cùng đã bẻ khóa được mật mã do các thuyền trưởng tàu U đang sử dụng, và do đó họ biết được khi nào và nơi nào sẽ bị tấn công. Vào tháng Năm 1943, Doenitz tổn thất bốn mươi một chiếc U trong ba tuần lễ, và thủy triều bắt đầu cuộn sóng. Cho đến cuối năm 1942, với mỗi tàu ngầm bị mất người Đức đánh

chìm được mười bốn tàu, song lúc này họ đang mất hạm đội tàu ngầm ở tốc độ kinh thiên động địa.

Tàu U vẫn phải trồi lên mặt nước để sạc các acquy của chúng, và lúc này ở trên mặt nước chúng đặc biệt dễ bị tấn công. Chúng có thể dễ dàng bị phát hiện bởi radar và Huff và Duff, và máy bay sẽ nhanh chóng được phái đi tấn công chúng. Bởi thế, chúng buộc phải ở dưới mặt nước trong phần lớn thời gian. Cuối cùng thì người Đức phát triển được ống thông hơi để chúng có thể sạc các acquy trong khi ở là là dưới mặt nước, và điều này đã giúp ích. Nhưng cuối cùng, nước Đức tổn thất gần 80 phần trăm số tàu U của họ. Ngoài ra, các tàu ngầm Anh bắt đầu đánh chìm tàu ngầm Đức ở tỉ lệ cao; tính chung, chúng đã đánh chìm ba mươi chín chiếc.

Tàu ngầm cũng được người Mỹ sử dụng hiệu quả ở Thái Bình Dương để chống lại quân Nhật. Nước Mỹ tham chiến sau vụ Nhật Bản tấn công bất ngờ vào Trân Châu Cảng. Trong hai giờ đồng hồ, các phi công Nhật đã tiêu diệt hai nghìn bốn trăm người và làm bị thương bảy trăm người khác. Và mặc dù họ làm tê liệt hạm đội Mỹ, nhưng họ đã bỏ qua căn cứ tàu ngầm ở gần đó và các kho chứa nhiên liệu và đạn dược. Ngoài ra, lúc xảy ra vụ tấn công, toàn bộ các tàu sân bay lớn của Mỹ đều ở ngoài biển. Vì lí do này, lực lượng chiến đấu chủ yếu của Mỹ còn lại là các tàu sân bay và tàu ngầm. Thật không hay, cả tàu ngầm lẫn ngư lôi mà chúng mang theo đều không địch nổi tàu ngầm của Nhật Bản và Đức.

Lúc bùng nổ chiến tranh, các tàu ngầm Mỹ không có radar, và chúng được trang bị các ngư lôi tương đối kém thường xuyên bắn hụt. Tuy vậy, chúng đáp trả nhanh với những gì chúng có. Một tháng sau vụ tấn công Trân Châu Cảng, chiếc USS *Pollock* đã đánh chìm một tàu chở hàng Nhật ở gần Vịnh Tokyo. Và tương đối sớm trong cuộc chiến, nước Mỹ đã lập một đột phá quan trọng: các nhóm phân tích mật mã đã giải mã được các thông điệp mã hóa của người Nhật. Vì thế họ biết người Nhật đang lên những kế hoạch gì – các chiến lược và động thái của quân Nhật. Và tất nhiên điều này tỏ ra cực kì hữu ích.

Mặc dù lúc đầu cuộc chiến các tàu ngầm Mỹ còn dưới cơ, song đã có một nỗ lực rất lớn nhằm cải thiện chúng, và vào tháng Tám 1942, các hệ thống radar đầu tiên được lắp đặt trên các tàu ngầm Mỹ. Rồi các tàu ngầm lớp Gato mới bắt đầu thay thế các tàu ngầm cũ. Sau nhiều trải nghiệm lúng túng trước các ngư lôi, chúng cũng dần được hoàn thiện, và những chiến thuật mới được phát triển. Năm 1943, họ còn bắt đầu bắt chước chiến thuật Wolfpack của Đức, song nó không suôn sẻ trong việc chống lại quân Nhật.

Mặc dù tàu ngầm và ngư lôi Nhật vốn ưu trội hơn lúc bắt đầu cuộc chiến, nhưng người Nhật chưa bao giờ tận dụng thế thượng phong đó. Họ sử dụng tàu ngầm chủ yếu để chống lại các tàu chiến Mỹ, chúng là các mục tiêu khó xơi hơn nhiều so với các tàu buôn. Và chúng thường được triển khai thành nhóm tàu.

Vào cuối năm 1943, các tàu ngầm Mỹ bắt đầu giáng đòn thiệt hại nặng nề cho lực lượng hải quân Nhật. Mặc dù hạm đội tàu ngầm chỉ chiếm 2 phần trăm hải quân Mỹ nói chung, nhưng nó đã phá hủy 30 phần trăm hải quân Nhật, bao gồm tám tàu sân bay, một tàu chiến, và mười một tàu tuần dương. Nó cũng phá hủy 60 phần trăm hạm đội tàu buôn Nhật Bản, gây trực tiếp thiệt hại cho nước Nhật. Chẳng mấy chốc nước Nhật bắt đầu cạn kiệt tài nguyên.

Tàu ngầm đặc biệt hữu hiệu trong Trận Biển Philippine vào tháng Sáu 1944, khi chúng đánh chìm hai tàu sân bay lớn nhất trong hạm đội Nhật. Không lâu sau 8 giờ sáng ngày 19 tháng Bảy, USS *Albacore* nhìn thấy *Taiho*, tàu sân bay lớn nhất và mới nhất trong hạm đội Nhật. Tuy nhiên, khi thuyền trưởng *Albacore* bắt đầu cho bắn ngư lôi, thì máy tính dữ liệu ngư lôi của tàu bị hỏng, và ngư lôi phải được bắn thủ công bằng cách nhắm chúng càng chính xác càng tốt. Sáu ngư lôi được bắn ra; bốn trong số chúng bị trượt và một phi công Nhật Bản phát hiện một chiếc và lao máy bay của anh ta vào nó trước khi nó đi tới tàu sân bay. Nhưng ngư lôi cuối cùng đã đi tới đích, đập trúng mạn phải tàu sân bay, làm vỡ hai trong các bể nhiên liệu hàng không của nó. Thoạt đầu, thiệt hại không có vẻ gì nghiêm trọng, nhưng nó tạo ra rất nhiều cột khói. Và một viên sĩ quan kiểm soát thiệt hại thiếu kinh nghiệm đã hạ lệnh bật hệ

thống thông gió để thổi sạch các cột khói, song hành động này chỉ khiến khói lan ra thêm, làm tăng nguy cơ cháy nổ. Hàng giờ sau cú đập ngư lôi ban đầu, bắt đầu xảy ra một vài vụ nổ lớn. Rồi chiếc tàu sân bay từ từ chìm xuống nước.

Vài tiếng đồng hồ sau, tàu ngầm USS *Cavalla* nhìn thấy tàu sân bay *Shokaku*. Nó bắn sáu ngư lôi, ba quả đập trúng tàu sân bay. Một trong ba quả đập trúng các bể nhiên liệu hàng không phía trước tàu, làm chúng phát nổ. Chẳng mấy chốc lại có thêm những vụ nổ khác, và trong vòng vài phút toàn bộ tàu sân bay bốc lửa, rồi nó nhanh chóng lật nghiêng và trượt bên dưới các con sóng.⁸

Trận đánh này là một trong những trận đánh cuối cùng đối với hải quân Nhật Bản; họ không bao giờ hồi phục được từ những tổn thất nghiêm trọng này.

Sau Thế chiến II, một tàu ngầm mới và được nâng cấp rất nhiều được đưa vào sử dụng, tàu ngầm hạt nhân. Chúng ta sẽ bàn về nó ở một chương sau.

CHƯƠNG 16

ĐẠI CHIẾN THẾ GIỚI: THẾ CHIẾN II

Thế chiến II là cuộc chiến chết chóc nhất và thiệt hại nhất trong lịch sử thế giới. Số lượng lớn quốc gia – tổng cộng năm mươi nước – đã tham chiến. Và không có cuộc chiến nào trước đó có tác dụng nổi bật như thế đối với vật lý học và khoa học nói chung. Số lượng lớn vũ khí đã được phát triển và cải thiện trong sáu năm chiến tranh, và một số cách tân mới quan trọng xuất hiện là kết quả của vật lý học:

- Các kĩ thuật tiên tiến về radar.
- Tên lửa, trong đó có V-1 và V-2.
- Những máy bay phản lực đầu tiên.
- Máy vi tính bẻ khóa và các phát triển máy tính khác, trong đó có ULTRA, ENIAC, và COLOSSUS.
- Ngòi nổ gần và nhiều thiết bị đạn đạo khác.

Vật lý học và các khoa học khác đã được huy động trên quy mô lớn trong Thế chiến II, với những phòng thí nghiệm nghiên cứu và phát triển quy mô lớn hướng thẳng vào các dự án chiến tranh lần đầu tiên xuất hiện. Một số phòng thí nghiệm quy mô lớn là phòng thí nghiệm bức xạ tại MIT, Bletchley Park ở Anh, phòng thí nghiệm Los Alamos, và Dự án Manhattan, và tất nhiên người Đức cũng có các phòng thí nghiệm nghiên cứu của họ.

Vật lý học trở nên thiết yếu đối với độ chuẩn xác của các vũ khí đạn pháo, ném bom chiến lược, dẫn đường cho máy bay, tàu thuyền, và tàu ngầm, và phát triển radar – đây là một vài ví dụ. Đó là cuộc chiến “công nghệ cao” đầu tiên, và nó chủ yếu được thực hiện bằng những công nghệ mới, nhiều trong đó có nguồn gốc vật lý học.

CUỘC CHIẾN BÙNG NỔ NHƯ THẾ NÀO

Các nhà sử học thống nhất chung rằng Thế chiến II chủ yếu là do các điều kiện bao vây cấm vận áp đặt lên nước Đức vào cuối Thế chiến I. Song nó cũng là do các điều kiện kinh tế sớm xuất hiện sau Thế chiến I. Tình trạng thất nghiệp tràn lan khắp nước Đức, và lạm phát khiến đồng tiền Đức gần như vô giá trị. Làm trầm trọng thêm tình trạng này là cuộc khủng hoảng toàn cầu xảy ra vào năm 1930. Mưa dịch tuột dốc và hàng triệu công nhân trên khắp thế giới mất việc làm. Tình hình kinh tế đặc biệt tồi tệ ở châu Âu, và người dân bắt đầu tìm kiếm các nhà lãnh đạo hòng có sự thay đổi. Họ muốn được cứu vớt.¹

Trong thời gian này, một số nhà độc tài lên nắm quyền. Mussolini và Đảng Phát xít nắm quyền ở Italy vào năm 1922, và vào đầu thập niên 1930 Đảng Quốc xã dưới quyền Hitler bắt đầu trỗi dậy ở Đức. Ngoài ra, các nhà lãnh đạo quân sự bắt đầu kiểm soát Nhật Bản. Bởi thế, toàn bộ những quốc gia này đều nằm dưới quyền kiểm soát của các chính phủ toàn trị không cho phép bất kì ý kiến đối nghịch nào. Hơn nữa, các nhà lãnh đạo này hứa hẹn những thứ rất cao cả; họ cam đoan với người dân rằng quốc gia của họ sẽ hùng mạnh trở lại và sẽ có bước xoay chuyển rất lớn. Và người dân tin vào họ.

Không bao lâu sau khi nắm gần như trọn quyền lực, Hitler bắt đầu nghĩ tới việc trả thù Pháp, Anh, và các nước khác. Ông cay cú, và ông có nhiều kẻ cay cú dưới trướng. Ông bị cản tay cản chân bởi Hiệp ước Versailles vốn cấm nước Đức tổ chức quân đội quy mô hoặc tái thiết quân đội theo bất kì cách nào. Nhưng Hitler chẳng quan tâm chuyện tuân thủ hiệp ước, và ông sớm bắt tay vào liên minh với nước Nga. Thỏa thuận này cho phép ông sản xuất vũ khí quân sự ở sâu trong lòng nước Nga, cách xa những con mắt cú vọ của bọn giám sát. Đáp lại, ông cung cấp cho Nga nhiều bí mật quân sự cho các dụng cụ kĩ thuật mới. Không những xe tăng và máy bay Đức được sản xuất ở sâu trong nước Nga, mà các trại huấn luyện cũng được lập ra để đào tạo phi công và phát triển một quân đội mới, có kĩ năng cao. Phần nhiều việc sản xuất đó được thực hiện bởi công ty thép khổng lồ của Đức, Krupp. Cuối cùng, vào khoảng

năm 1935, Hitler bỏ hết mọi che đậy và bắt đầu sản xuất trực tiếp ở Đức. Ông gần như thách nước Anh và Pháp dám chặn ông lại.²

Trong thời gian này, Anh và Pháp cũng chìm sâu trong khủng hoảng, và họ đang tập trung rất ít tài nguyên cho quân sự. Đó là một thời kì hòa dịu đối với họ, nhưng họ đang bắt đầu lo ngại về nước Đức.

SẴN SÀNG CHO CHIẾN TRANH

Vào cuối thập niên 1930, nước Đức đã tự tái thiết thành một thế lực quân sự mạnh, ở châu Âu không nước nào sánh kịp. Không lực được Hitler hết sức quan tâm. Thế chiến I chủ yếu diễn ra trên các đường hào, và trong vài năm nó đã trở nên bế tắc, chẳng phe bên nào có bước tiến đáng kể cả. Hitler quyết tâm khắc phục vấn đề này; ông không muốn lặp lại Thế chiến I. Vì thế, cần có những kĩ thuật và chiến lược mới, và một trong những nội dung chiến lược mới của ông là một không lực quy mô và hiệu quả cao (Luftwaffe). Vào cuối thập niên 1930, nước Đức đã có một đội không lực vô đối ở châu Âu. Không những máy bay Đức ưu trội hơn máy bay Anh và Pháp, mà nước Đức còn có số lượng máy bay nhiều hơn: 5638 chiến cơ và máy bay ném bom so với 1070 của Anh và 1562 của Pháp. Ngoài ra, các phi công ở Anh và Pháp đã lỗi thời, còn phi công Đức được huấn luyện cao độ và đã hành động trong Nội chiến Tây Ban Nha từ 1936 đến 1939. Hơn nữa, nước Đức có số lượng lớn máy bay ném bom tầm xa, chúng là một mối đe dọa lớn đối với nước Anh.

Xe tăng Đức chẳng tốt hơn xe tăng Pháp, nhưng nước Đức có nhiều xe tăng hơn, và toàn bộ chúng đều được trang bị radio. Và họ đã cường lực cho chúng để khỏi phải dành nhiều thời gian phòng thủ cho chúng. Vũ khí chống tăng đã có, nhưng số lượng ít ỏi nên chúng sẽ chẳng giúp được gì nhiều. Phần lớn đạn bắn tới xe tăng bị dội ra và thật sự chẳng làm chúng chậm lại bao nhiêu. Lợi thế lớn nhất của nước Đức khi ấy là một chiến lược mới gọi là *blitzkrieg* (tiếng Đức có nghĩa là “chiến tranh chớp nhoáng”). Nó dựa trên việc di chuyển nhanh, dùng cách tấn công tập trung bằng xe tăng và máy bay, cùng

với binh lính hành quân nhanh. Ý tưởng là liên tục tấn công bất chấp sự phản kháng; tóm lại, không dừng lại trước thứ gì hết. Và nó diễn ra suôn sẻ. Xe tăng Đức tương đối nhanh và hầu như không bị chặn phá trước đạn pháo, và chúng thường được hộ tống bởi một vụ không kích toàn lực, chủ yếu bởi máy bay thả bom chao liệng Stukas. Stukas khá hiệu quả vào giai đoạn đầu cuộc chiến; nó thả bom khi nó chao xuống về phía mục tiêu, và do vậy có độ chuẩn xác cao.

Hitler khởi động cuộc chiến bằng cách tấn công nước Áo. Ông luôn xem Áo là một phần lãnh thổ của Đức, vì ông sinh ra ở Áo, và ông muốn sáp nhập nó. Nhưng Hiệp ước Versailles cấm hai nước liên minh. Tuy nhiên, ông cho xâm lược Áo vào tháng Ba 1938, và trước sự thích thú của ông, đã chẳng có mấy sự phản kháng. Thật ra những đám đông người còn hoan hô ông khi ông tiến quân vào chiến thắng. Áo trở thành một bộ phận của Đế chế Đức. Kế tiếp là Czechoslovakia, bắt đầu với việc thôn tính các vùng biên giới phía bắc và phía tây. Các vùng này có nhiều người Đức, và cơ xâm lược của Hitler là ông giải phóng họ khỏi sự áp bức của chính quyền Czech. Tháng Ba 1939, Hitler cho quân vào các phần còn lại của Czechoslovakia, lúc này Czech đã suy yếu và hầu như không còn sức kháng cự. Mặc dù người Czech chiến đấu dũng cảm, nhưng họ không địch lại người Đức và nhanh chóng bị chinh phục.

Sau đó Hitler dòm ngó tới Ba Lan, song có một số trục trặc. Ba Lan có một thỏa thuận với Pháp và Anh, và ông chưa có cơ để xâm lược. Ba Lan có quân đội riêng chống xâm lược, nhưng nó không địch lại quân Đức về số lượng hoặc về xe tăng hay máy bay. Hơn nữa, ngay trước lúc xâm lược, Hitler đã kí một hiệp ước với Liên Xô. Liên Xô đồng ý giữ trung lập nếu Pháp và Anh tham chiến. Đáp lại, Hitler đồng ý chia chác Ba Lan với Liên Xô sau khi xâm chiếm.

Vụ tấn công bắt đầu với một số sự kiện do người Đức dàn dựng để lấy cớ xâm lược. Vào đêm ngày 31 tháng Tám, người Đức dàn cảnh một vụ tấn công giả vào một đài phát thanh ở gần biên giới, sử dụng lính Đức đóng giả lính Ba Lan. Sáng hôm sau Hitler hạ lệnh tấn công Ba Lan mà không hề tuyên bố chiến tranh. Không quân Đức tấn công thị trấn Wielun của Ba Lan, làm thiệt mạng một nghìn hai trăm người, chủ yếu là thường dân, và san bằng 75 phần

trăm thị trấn. Trong vòng một thời gian ngắn, quân Đức tấn công biên giới phía tây, phía nam, và phía bắc, trong khi không quân Đức bắt đầu ném bom các thành phố lớn của Ba Lan. Chiến thuật *blitzkrieg* của họ được sử dụng hiệu quả trong đợt tấn công này. Quân Ba Lan buộc phải rút nhanh khỏi các vị trí gần biên giới trong khi không quân Đức ném bom các bãi đáp máy bay và nhiều địa điểm cảnh báo sớm của Ba Lan.

Trong vòng hai ngày sau vụ tấn công ban đầu, Pháp và Anh tuyên chiến với Đức. Người Ba Lan hi vọng họ sẽ sớm được trợ giúp, nhưng chẳng thấy gì nhiều. Quân Ba Lan cầm chân quân Đức được hai tuần, nhưng sau đó Liên Xô xâm lược Đông Ba Lan vào ngày 17 tháng Chín. Người Ba Lan lúc này phải đánh ở hai mặt trận, và không chặn được hai đội quân xâm lược. Tuy nhiên, lạ thay, người Ba Lan chưa hề bị chính thức bao vây. Họ sớm tổ chức một lực lượng sâu rộng dưới lòng đất tiếp tục chiến đấu với người Đức trong nhiều năm trời.

TRẬN NƯỚC PHÁP, VÀ DUNKIRK

Sau sự kiện xâm lược Ba Lan, nước Anh triển khai quân sang lục địa, chủ yếu ở Pháp, nhưng chẳng thấy gì xảy ra. Chẳng bên nào tấn công, và trong mấy tháng trời cả hai phe cứ chờ đó. Về sau, tình hình này được gọi là “chiến tranh giả” của người Anh và “chiến tranh tại chỗ” của người Đức. Sau đó, vào tháng Tư 1940, Đức xâm lược Đan Mạch và Na Uy. Đan Mạch thua gần như tức thì, còn Na Uy bị xâm chiếm trong khoảng hai tuần. Tuy nhiên, Anh và Pháp chẳng làm sứt. Rồi Winston Churchill đắc cử thủ tướng Anh.³

Vào ngày 10 tháng Năm 1940, thế bế tắc bị phá vỡ khi người Đức xâm lược Pháp, Bỉ, Hà Lan, và Luxembourg. Triển khai chiến thuật *blitzkrieg* họ đã dùng trước đó, quân Đức hạ gục Hà Lan trong vòng vài ngày và nước Bỉ thì mất mấy tuần. Tuy nhiên, nước Pháp thì đáng gờm hơn, và họ còn được sự trợ giúp của lực lượng Anh tương đối mạnh, vì thế người ta kì vọng họ sẽ chặn đứng tấn công của Đức, nhưng họ không làm được. Quân Đức tranh chóng càn

qua Ardennes và di chuyển nhanh về phía tây rồi ngoặt lên hướng bắc về phía Eo biển Anh, tới nơi vào ngày 20 tháng Năm. Người Đức chia mũi giáo chia tách quân Anh và quân Pháp, dồn họ về phía biển. Tình hình có vẻ như người Đức có thể dẫn dụ và bắt hết họ. Nhưng thật bất ngờ, người Đức đã dừng tiến quân tại đây trong khoảng ba ngày để tái thiết lập và lên kế hoạch cho động thái tiếp theo. Điều này giúp phe Đồng Minh có thời gian chuẩn bị sơ tán qua Eo biển Anh.

Có quá nhiều binh lính so với số tàu sẵn có khi ấy, nhưng tin tức sớm lan tới công chúng Anh, thế là cả một đội đông đảo tàu buôn, tàu đánh cá, tàu du lịch, và đủ loại tàu khác ồ ạt vượt eo biển đến bờ biển tại Dunkirk. Và trong chín ngày tiếp theo, 380.226 quân Anh và Pháp đã được giải cứu và chở sang Anh. Họ bị máy bay Đức tấn công từ trên cao khi lên tàu, song việc giải cứu vẫn cứ tiếp tục. Cuối cùng, họ phải sơ tán vào ban đêm, nhưng phần đông binh lính bị bỏ lại thì không an toàn. Hai sư đoàn Pháp ở lại để bảo vệ việc sơ tán, và mặc dù họ có làm chậm bước tiến của quân Đức, nhưng cuối cùng họ bị thua và bị bắt. Quân Pháp còn lại bị bao vây vào ngày 3 tháng Sáu, và người Đức đánh vào Paris hôm 14 tháng Sáu. Bao vây chính thức là vào ngày 22 tháng Sáu.

LỢI THẾ RADAR

Lúc bùng nổ Thế chiến II, cả hai phe đều đã phát triển radar, nhưng người Anh chiếm lợi thế hơn rất nhiều. Họ đã phát triển radar rộng khắp vào giai đoạn đầu cuộc chiến, và họ sử dụng nó hiệu quả hơn so với người Đức. Quả vậy, người Đức đã đánh giá thấp các tiềm năng của radar và chưa hề xem xét nó nghiêm túc. Nhưng họ nhận thấy radar là một trở ngại nghiêm trọng khi họ tấn công nước Anh, và thật vậy radar đã có một vai trò lớn trong chiến thắng của người Anh trong Trận Anh quốc.⁴

Khi các nhà nghiên cứu bắt đầu làm việc với kĩ thuật mới này, thuật ngữ *radar* vẫn chưa được sử dụng. Công nghệ mới được gọi là RDF, nghĩa là dò tìm

cự li và hướng. Nghiên cứu sớm nhất được khởi xướng vào năm 1935 bởi Ủy ban Nghiên cứu Hàng không Anh quốc, dưới sự lãnh đạo của Henry Tizard. Lúc này nước Đức không còn úp mở chuyện xây dựng quân đội nữa, và nhiều người ở Anh đang bắt đầu lo lắng. Một dự án nghiên cứu dò tìm máy bay đang tới – nhất là máy bay ném bom của Đức – được khởi xướng bởi Robert Watson-Watt. Đội của ông sớm chỉ ra rằng có thể phát hiện một máy bay ở cự li mười bảy dặm bằng cách sử dụng các chùm tia vô tuyến phản xạ. Và thế là một chương trình RDF lập tức được tự do hành động.⁵

Năm 1936, chương trình chuyển sang Trạm Nghiên cứu Bawdsey ở Suffolk, với Watson-Watt làm giám đốc. Với một đội gồm nhiều nhà khoa học và kĩ sư giỏi nhất nước Anh, Watson-Watt đã cải tiến công nghệ radar rất nhiều. Và trong vòng một thời gian ngắn, một chuỗi trạm phát radio đã được xây dựng dọc theo duyên hải phía nam và phía đông nước Anh. Nó được gọi là Chain Home, hệ thống CH. Nó tương đối đơn giản, và vì nó sử dụng sóng vô tuyến dài mười đến mười lăm mét (20 đến 30 MHz), nên hình ảnh nhận được khá nhòe nhoẹt. Và thời ấy, người ta dùng dao động kí để hiển thị hình ảnh. Hình ảnh thô, nhưng với một chút công sức người điều khiển có thể xác định được hướng và cao độ xấp xỉ của máy bay đang tới.

Sử dụng hệ thống này, các nhà điều hành người Anh có thể “nhìn thấy” máy bay ném bom Đức đang tới và cử máy bay chiến đấu lên nghênh tiếp. Nó đặc biệt hữu ích ở chỗ các máy bay này chỉ được phái đi khi cần thiết nên chúng không phải tốn rất nhiều nhiên liệu để tuần tra Eo biển Anh.⁶

Chẳng mấy chốc thì người Đức nhận biết người Anh đang dò kiếm máy bay của họ, vì thế họ cố cho ném bom một số trạm phát vô tuyến nhìn thấy được, nhưng họ không thành công cho lắm. Ngay cả khi họ làm tê liệt một hệ thống nhất định, thì thông thường chỉ trong vòng vài ba ngày là nó đã hoạt động trở lại rồi. Bởi thế, họ sớm chuyển sang một chiến thuật mới. Họ quyết định bay ở cao độ rất thấp, dưới đường nhìn của các trạm CH, nhưng người Anh còn có một hệ thống nữa gọi là Chain Home Low (CHL) vốn ban đầu được

phát triển cho một mục đích khác (súng hải quân), và nó có thể phát hiện máy bay Đức đang tới.

Một hệ thống mới và tốt hơn rất nhiều đã được phát triển và đưa vào sử dụng vào tháng Giêng 1941. Nó được gọi là hệ thống đánh chặn điều khiển mặt đất (CGI). Trong hệ thống này, các anten quay tròn, cho phép biểu diễn hai chiều của không gian xung quanh người điều hành. Máy bay đang tới hiện ra dưới dạng đốm sáng trên màn hình, tương tự như cái chúng ta nhìn thấy ngày nay. Dấu hiệu đó, được gọi là dấu hiệu dương tính máy bay (PPI), là một cải tiến đáng kể so với cách hiển thị dùng trong CH. Vị trí và cao độ của máy bay bây giờ có thể được xác định nhanh chóng.

Sau đó, vào năm 1939, Edward Bowen và đội của ông đã phát triển một hệ thống radar nhỏ có thể dùng trên máy bay và tàu ngầm. Nó được gọi là hệ thống Đánh chặn Trên không (AI). Nó nhanh chóng được lắp đặt trên nhiều máy bay và tàu ngầm của Anh, và nó khiến máy bay ném bom Đức gặp khó khăn hơn nhiều. Người Đức cố tránh nó bằng cách chỉ bay vào ban đêm và trong thời tiết xấu. Điều này chẳng có tác dụng gì với hệ thống radar, tuy nhiên các phi công Anh được phái lên nghênh chiến phải chật vật hơn trong việc định vị chúng.

Tuy nhiên, vào đầu năm 1940, magnetron hộp cộng hưởng được phát minh bởi John Randall và Henry Boot, và nó đã làm cách mạng hóa radar. Người ta đã biết từ nhiều năm rằng nếu có thể sử dụng bức xạ bước sóng ngắn trong hệ thống radar, thì nó sẽ cải thiện hình ảnh rất nhiều. Nhưng khi họ giảm bước sóng, thì công suất của hệ thống cũng giảm. Điều này đã thay đổi với sự ra đời của magnetron. Với nó, radar “centi-mét” lần đầu tiên ra đời, và công suất của các đơn vị mới lớn hơn nhiều lần. Tuy nhiên, vẫn có một trục trặc; người ta cần số lượng lớn, và nước Anh thì không có chỗ để phát triển và sản xuất chúng. Như chúng ta đã thấy ở phần trước, điều này đã đưa đến Sự mệnh Tizard vào tháng Chín 1940, kết quả là việc sản xuất số lượng lớn magnetron ở Mỹ.⁷

Các đơn vị radar chất lượng cao lúc này được gắn trên máy bay, tàu thuyền, và tàu ngầm, và chúng cực kì hữu hiệu. Với độ phân giải cao của chúng, chúng có thể phát hiện các vật thể nhỏ cỡ bằng kính tiềm vọng của tàu ngầm. Và điều này nhanh chóng làm mất hiệu quả đối với chương trình tàu U của Đức. Số lượng lớn tàu U bị bắn hạ và chìm, cho đến cuối cùng người Đức buộc phải tháo rút hạm đội của họ.

Các cải tiến vẫn tiếp tục với radar trong phần còn lại của cuộc chiến. Vào năm 1938, hệ thống phòng thủ bờ biển (CD) được phát triển. Nó không phải một đơn vị radar trên không, thành ra nó có thể được chế với công suất mạnh hơn nhiều.

Một số hệ thống phòng thủ chống radar đã được phát triển trong cuộc chiến, và chúng được cả hai phe sử dụng. “Đài nhiễu” radar đã được phát triển cho truyền đi các tín hiệu vô tuyến cùng tần số với radar. Các đài nhiễu thường làm bão hòa máy thu với những tín hiệu mạnh khiến nó không thể phát hiện đúng nữa. “Rơm rác” cũng được sử dụng. Nó là một đám mây dây kim loại nhẹ có một kích cỡ đặc biệt do các mục tiêu radar triển khai để làm nhiễu tín hiệu tới. Máy thu radar chỉ nhìn thấy một đám mây khổng lồ khi nó được triển khai.

Nhưng may thay cho người Anh, người Đức không xem xét radar nghiêm túc lắm, và họ chưa bao giờ đặt nhiều nỗ lực vào việc phát triển nó hay bảo vệ chống lại nó.

KHÔNG CHIẾN TẠI ANH QUỐC

Không bao lâu sau khi Pháp bị bao vây, Đức chuyển sự chú ý sang Anh, và xảy ra hai tháng sau đó là một trong những trận đánh nổi tiếng nhất của Thế chiến II. Và nó hoàn toàn là một trận chiến trên không. Hitler biết rằng muốn kiểm soát trọn châu Âu, ông phải tấn công nước Anh. Đặc biệt, ông phải cho đổ bộ số lượng lớn binh lính lên bờ biển Anh. Thế nhưng trong khi đổ bộ thì họ chịu sự tấn công không ngừng nghỉ từ phía hải quân đầy uy lực của Anh

và đồng thời từ không lực của Anh. Ông biết rằng tổn thất sẽ là rất lớn và ông phải làm tê liệt RAF (Không lực Hoàng gia) và hải quân trước khi bắt đầu Chiến dịch Sư Tử Biển, tên lóng của ông dành cho việc xâm lấn đất liền Anh.⁸

Hermann Göring, chỉ huy trưởng Không quân Đức, cam đoan với Hitler rằng các máy bay của ông có thể thủ tiêu RAF ở miền nam nước Anh trong vòng bốn ngày và phá hủy phần còn lại của RAF trong vòng bốn tuần. Bởi thế, Hitler rất tự tin chiến thắng, và ông lên lịch Chiến dịch Sư Tử Biển vào ngày 15 tháng Chín. Và rõ ràng Đức có ưu thế vượt trội về số lượng: hơn 4.000 máy bay so với 1.660 của Anh. Bao gồm trong con số này của phía Đức là 1.400 máy bay ném bom, 800 chiến cơ, 300 máy bay liệng bom, và 240 chiến cơ hai động cơ. RAF sở hữu chủ yếu là chiến cơ Spitfire và Hurricane.

Trận đánh nổ ra vào ngày 10 tháng Bảy 1940, với việc Không quân Đức ném bom các trung tâm tàu thuyền duyên hải và các đoàn tàu hộ tống. Nhưng vào cuối tháng Bảy, các chiến cơ Anh đã bắn hạ 268 máy bay Đức và chỉ tổn thất 150 chiếc. Bởi thế, Không quân Đức chuyển sang công kích sân bay, phòng điều hành, và các trạm radar. Đặc biệt, họ hi vọng làm tê liệt hệ thống radar Anh. Stuka đã được sử dụng rộng rãi trong các đợt tấn công blitzkrieg của Đức, và nó đặc biệt hữu hiệu khi dùng ở Ba Lan, Pháp, và Bỉ, những nơi chẳng có mấy phòng thủ chống lại nó. Nhưng nó chưa từng chạm trán một chiến cơ như Spitfire vốn có tốc độ tối đa 350 dặm trên giờ so với tốc độ tối đa của Stuka là xấp xỉ 200 dặm trên giờ. Hơn nữa, Stuka khó điều khiển hơn nhiều, và khả năng chao xuống của nó không phải là ưu điểm trong một cuộc không chiến. Vào giữa tháng Tám, gần như toàn bộ máy bay Stuka của Đức đã bị hạ bởi Spitfire và Hurricane. Göring nhanh chóng cho rút mấy chiếc ít ỏi còn lại ra khỏi cuộc chiến.⁹



Lợi thế lớn của nước Anh (ngoài radar): máy bay chiến đấu Spitfire. Nó nhanh hơn và dễ điều khiển hơn đa số máy bay Đức.

Nước Đức có nhiều lợi thế về số lượng, còn nước Anh có một số lợi thế quan trọng. Các chiến cơ Đức chỉ có vừa đủ nhiên liệu để bay đến Anh và bay về; chúng được triển khai để bảo vệ máy bay ném bom, nhưng chúng phải quay về ngay sau khi máy bay ném bom tới không phận Anh, và điều này khiến máy bay ném bom dễ bị tấn công. Do đó, số lượng lớn đã bị bắn hạ. Hơn nữa, các chiến cơ Đức thường cạn hết đạn được trên bầu trời Anh và buộc phải quay về thật nhanh. Các máy bay Anh có thể dễ dàng tiếp đất và nhanh chóng nạp lại súng đạn. Và tất nhiên lợi thế lớn nhất mà người Anh có chính là hệ thống radar dò tìm của họ. Do đó, RAF luôn biết rõ các máy bay ném bom và chiến cơ Đức đang ở đâu, còn các phi công Đức chỉ có thể đoán chừng xem máy bay Anh đang ở đâu.

Sau ngày 23 tháng Tám, Không quân Đức ngừng tấn công các cảng biển và trạm radar và chuyển sang đột kích ban đêm lên các thành phố - đặc biệt là London. Nhưng người Đức tiếp tục tổn thất máy bay ở tỉ lệ gần hai trên một: 1.000 máy bay Đức tên 550 máy bay RAF. Và trong ngày 15 tháng Chín, Không quân Đức mất sáu mươi máy bay trên hai mươi tám chiếc của RAF chỉ trong một ngày. Hai ngày sau, Hitler cho hoãn xâm lược nước Anh vô hạn định.

Nhưng việc ném bom bừa bãi các thành phố lớn thì vẫn tiếp diễn. Cho đến cuối, cả hai bên đều tổn thất nặng nề, nhưng phía Đức tổn thất nhiều hơn. Và cuối cùng, vào khoảng giữa tháng Mười, các cuộc đột kích dừng lại, ngoại trừ vẫn thỉnh thoảng ném bom. Không chiến tại Anh quốc kết thúc và nước Anh thắng. Nhưng chiến tranh còn lâu mới kết thúc.

NGƯỜI MỸ THAM CHIẾN

Nước Mỹ nhảy vào Thế chiến II sau sự kiện Nhật Bản ném bom Trân Châu Cảng, nhưng ngay từ trước năm 1939 đa số người Mỹ đã nhận ra rằng cuối cùng họ sẽ phải tham gia vào cuộc chiến ở châu Âu. Tuy nhiên, ngòi nổ xảy ra vào ngày 7 tháng Mười Hai 1941. Trong khoảng bốn giờ đồng hồ, sáu tàu sân bay Nhật Bản đã phá hủy những đợt máy bay chở ngư lôi, chiến cơ, và máy bay liệng bom lên Trân Châu Cảng. Với những căng thẳng chính trị gay gắt giữa Mỹ và Nhật Bản, một số nhà lãnh đạo quân sự Mỹ cho rằng người Nhật có thể sẽ tấn công. Tuy vậy, lực lượng Mỹ đã hoàn toàn không phòng vệ. Vì lẽ đó, các máy bay Nhật đã có thể phá hủy hoặc gây thiệt hại nghiêm trọng cho tám tàu chiến lớn, mười tàu chiến nhỏ, và hai trăm ba mươi máy bay, đồng thời làm thiệt mạng 2.400 công nhân viên người Mỹ.¹⁰

Ngày hôm sau nước Mỹ tuyên chiến với Nhật Bản, và vì Hitler và Mussolini từng kí một hiệp ước với Nhật Bản, nên nước Đức và Italy tuyên chiến với Mỹ. Mặc dù Nhật Bản không tiếp tục tấn công vào Trân Châu Cảng nữa, nhưng họ tấn công căn cứ không quân Mỹ gần Manila ở Philippines, và quân Nhật đã xâm lược và bắt giữ số lượng lớn lực lượng Mỹ và Philippines ở Bataan gần Manila, dẫn tới Cuộc hành quân Chết chóc Bataan, trong đó hàng nghìn lính Mỹ và lính Philippines thiệt mạng. Đại tướng Douglas MacArthur tẩu thoát sang Australia và thề sẽ trả đũa. Người Nhật tiếp tục cuộc xâm lược của họ, thôn tính Đông Ấn thuộc Hà Lan, rồi sau đó đến các đảo Tulagi, Guadalcanal, và quần đảo Solomon. Dường như không gì chặn được họ.

Nơi còn lại cho Hải quân Mỹ lần đầu tiên chạm trán quân Nhật là ở Biển San Hô gần quần đảo Solomon. Trong hai ngày chiến trận, người Nhật mất hai tàu sân bay nhỏ, một tàu khu trục, và vài tàu chiến nhỏ, còn nước Mỹ mất một tàu sân bay và một tàu khu trục, vì thế trận chiến ấy thường được xem là hòa. Nhưng với trận này người Mỹ đã chặn người Nhật xâm chiếm một hòn đảo vốn sẽ cho phép Nhật Bản tấn công Australia. Đó cũng là một trận đánh quan trọng ở chỗ người Mỹ đã học được rất nhiều về các chiến thuật của người Nhật, và điều này sẽ giúp ích cho họ về cuối cuộc chiến.

Một trong những trận chiến hải quân lớn xảy ra vào tháng Sáu 1942. Đô đốc Nhật Yamamoto đang lên kế hoạch mở cuộc tấn công quy mô gần Đảo Midway. Ông hi vọng dẫn dụ và phá hủy phần lớn hạm đội Mỹ trong một trận đánh nhanh và dứt khoát, nhưng trí tuệ Mỹ, vốn đã giải mã được các thông điệp của người Nhật, biết rõ Yamamoto đang lên kế hoạch gì. Điều này cho phép đô đốc Mỹ Chester W. Nimitz bố trí một mạng lưới chiến thuật chim mồi và lên kế hoạch mai phục. Và khi trận đánh kết thúc, người Nhật mất bốn tàu sân bay và toàn bộ máy bay đã tấn công Trân Châu Cảng, cùng với số lượng lớn phi công Nhật. Đáp lại, người Mỹ chỉ mất một tàu sân bay. Đây là một thất bại lớn đối với người Nhật, và là một điểm bước ngoặt trong cuộc chiến ở Thái Bình Dương. Hải quân Mỹ lúc này đã có ưu thế thấy rõ so với hải quân Nhật.

Trận đánh Vịnh Leyte ở Philippines, xảy ra vào tháng Mười 1944, là một trong những trận chiến hải quân lớn nhất trong lịch sử. Nó cũng là một chiến thắng có tính quyết định đối với Hải quân Mỹ vì đã đánh chìm phần lớn hạm đội Nhật còn lại. Tàn dư của hải quân Nhật cuối cùng phải tháo chạy về Nhật.

Trong vài năm trước đó, Nhật Bản đã đánh chiếm số lượng lớn hòn đảo ở Nam Thái Bình Dương, và lực lượng Mỹ bắt đầu một chiến lược gọi là nhảy đảo, trong đó họ đánh dần vào những hòn đảo có bãi đáp máy bay, cho phép họ tiến càng lúc càng gần đến chính nước Nhật. Đồng thời, họ cho triển khai không lực cắt hết mọi nguồn tiếp tế cho binh lính Nhật trên nhiều hòn đảo. Tuy nhiên, người Nhật đã đào đường hầm, và nhiều người họ ở trong các hầm than và hang động. Hơn nữa, hải quân Mỹ sớm nhận ra rằng đa phần người

Nhật ưa chiến đấu đến chết chứ không để bị bắt giữ. Vì thế việc chiến đấu thật khó khăn.

Tiếp sau đó là các trận đánh giáp lá cà ở Guadalcanal, Tulagi, quần đảo Marshall, Iwo Jima, và Okinawa. Trong đa số trường hợp, người Nhật chiến đấu cho đến khi người cuối cùng thiệt mạng mới thôi. Hơn nữa, lúc này các phi công Nhật thực hiện các sứ mệnh kamikaze cảm tử bằng cách lao máy bay của họ vào tàu chiến Mỹ. Bằng cách này, họ đã đánh chìm ba mươi tám tàu thuyền và gây thiệt hại cho nhiều tàu khác.

Bởi vậy, bộ chỉ huy Mỹ xác định rằng một cuộc xâm lược đất liền Nhật Bản sẽ khiến rất nhiều lính Mỹ thương vong, khi mà người Nhật từ chối đầu hàng cho đến phút cuối. Do vậy, tổng thống Truman hạ lệnh thả bom nguyên tử lên Hiroshima và Nagasaki vào tháng Tám 1945, và trong vòng một thời gian ngắn, người Nhật đầu hàng. Chúng ta sẽ bàn luận chi tiết hơn về vấn đề này ở chương sau.

Bây giờ chuyển sang cuộc chiến ở châu Âu, hành động đầu tiên của người Mỹ là vào tháng Mười Một 1942, khi lính Mỹ và Anh đổ bộ lên Bắc Phi. Họ chặn bước tiến của quân Đức ở Tunisia, và vào tháng Năm 1943 họ đã đánh bại người Đức, bắt giữ hơn 275.000 tù binh. Cùng với người Anh, sau đó người Mỹ chuyển sang nơi họ tin là mắt xích yếu nhất trong phòng thủ của Đức và Italy, đó là Sicily. Vào tháng Bảy 1943, một cuộc đổ bộ quy mô lớn bằng đường thủy đã được triển khai, và trong khoảng một tháng thì Sicily đã nằm dưới kiểm soát của phe Đồng Minh. Sau đó, phe Đồng Minh chuyển hướng chú ý của họ sang đất liền Italy. Lính Mỹ đổ bộ lên Italy vào tháng Chín, và lính Italy bị bao vây gần như tức thì, nhưng có một lượng lớn binh lính Đức ở Italy vào lúc này, và họ tiếp tục chiến đấu cho hết mùa đông. Thế rồi vào tháng Sáu 1944, Rome thất thủ, và chẳng mấy chốc phe Đồng Minh chiếm được phần lớn Italy.

Trong khi đó, ở Anh, cuộc tấn công lợi nước quy mô lớn nhất lịch sử đang được lên kế hoạch. Hoạt động đó bắt đầu vào ngày 6 tháng Sáu 1944,

gồm 4.600 tàu và hơn một triệu lính. Dưới quyền chỉ huy của đại tướng Dwight D. Eisenhower, quân Đồng Minh băng qua Eo biển Anh trong một nỗ lực nhằm thiết lập đầu cầu đổ bộ vào nước Pháp bị phát xít chiếm đóng. Người Đức đang trông chờ một cuộc đổ bộ như thế, nhưng họ không biết lực lượng Đồng Minh sẽ đổ bộ nơi nào. Trong hai tháng trước sự kiện đổ bộ, máy bay căn cứ ở Anh đã ném bom các bãi đáp máy bay, cầu đường, và đường ray xe lửa trên khắp nước Pháp. Và vào đêm trước khi đổ bộ, lính nhảy dù đã đột nhập nội địa cùng với súng hải quân nả rền dọc theo các bờ biển. Các địa điểm đều được đặt mật danh; người Anh và người Canada đổ bộ tại Bãi Gold, Juno, và Sword, còn người Mỹ đổ bộ tại Bãi Utah và Omaha. Việc đổ bộ của người Canada và người Anh diễn ra tương đối suôn sẻ, gặp ít sự kháng cự, còn người Mỹ thì chịu hỏa lực nặng nề của phía Đức, gây thương vong không ít. Tuy nhiên, trong vòng năm Ngày, mười sáu sư đoàn Đồng Minh đã hiện diện ở Normandy, và trên đường tiến tới giải phóng châu Âu. Vào ngày 25 tháng Tám họ chiếm Paris, và phe Đồng Minh tiếp tục chĩa mũi hành quân về Berlin.

Ở phía đông, người Liên Xô, sau khi đánh bại đợt xâm lược của người Đức, cũng tiến quân về Berlin. Mặc dù chắc chắn lúc này chẳng chóng thì chầy nước Đức sẽ đại bại, nhưng người Đức không dễ dàng từ bỏ, và vào tháng Mười Hai 1944, họ triển khai một đợt phản công quy mô lớn vào Khu rừng Ardennes mà phe Đồng Minh chẳng mấy phòng vệ. Cuộc giao tranh này về sau được gọi là Trận Phình To do bởi chỗ phình rộng mà nó tạo ra [trên bản đồ] khi quân Đức chọc thủng vào khu quân sự phe Đồng Minh. Tuy nhiên, vào cuối tháng Giêng, với số lượng lớn quân Đồng Minh tăng cường cho tiền tuyến, thế tấn công của Đức bị chặn đứng. Và vào tháng Ba, quân Đồng Minh băng qua Sông Rhine và bắt đầu đợt hành quân sau cùng hướng về Berlin. Lực lượng Đức còn lại lúc này bị dồn về phía đông và phía tây. Vào ngày 2 tháng Năm 1945, người Đức đầu hàng.

NHỮNG TIẾN BỘ VỀ HÀNG KHÔNG

Bây giờ hãy lần ngược trở lại và nhìn vào một số tiến bộ quan trọng đã xảy ra trong cuộc chiến, nhiều trong số đó phụ thuộc vào vật lý học. Đã có

những tiến bộ lớn trong thiết kế máy bay, quan trọng nhất là sự ra đời của máy bay phản lực đầu tiên. Tuy nhiên, ngoài máy bay phản lực đầu tiên, còn có những tiến bộ đáng kể ở máy bay truyền thống. Hãy bắt đầu bằng cách nhìn vào một số máy bay chính được sử dụng trong cuộc chiến và các năng lực của chúng. Spitfire của Anh rõ là một trong những máy bay tốt nhất. Nó được sử dụng rất thành công chống lại Không quân Đức trong Trận Không chiến nước Anh. Nó có tốc độ tối đa xấp xỉ 350 dặm trên giờ, và nó thực hiện tốt việc thăng cất cánh; thêm nữa, nó tương đối dễ điều khiển. Hurricane của Anh cũng là một máy bay tuyệt vời, và nó cũng được sử dụng rộng rãi trong Trận Không chiến nước Anh.¹¹

Messerschmitt 109 của Đức là máy bay Đức duy nhất có thể sánh với Spitfire. Nó có tốc độ tối đa ngọt ngào như Spitfire, và nó khó lái hơn, nhưng nó chao xuống nhanh hơn.

Mitsubishi Zero của Nhật là máy bay hải quân chính của người Nhật. Nó được dùng trong trận tấn công Trân Châu Cảng và trong suốt chiến tranh Thái Bình Dương. Trong những năm đầu cuộc chiến, chẳng có máy bay Mỹ nào địch lại nó. Tuy nhiên, về cuối cuộc chiến, nó không địch lại đa số máy bay Mỹ.

P-51 Mustang là một trong những máy bay tốt nhất của Mỹ. Nó có tốc độ tối đa 370 dặm trên giờ và được các phi công Mỹ ưa chuộng. Nhiều người xem nó là chiến cơ tốt nhất trong cuộc chiến. Tốc độ của nó, khả năng điều khiển, và tầm hoạt động khiến nó là một máy bay tuyệt vời. Một chiến cơ khác của Mỹ là Lockheed P-38 Tia Chớp. Được biết nó đã bắn hạ số máy bay Nhật nhiều hơn bất kỳ chiến cơ Mỹ nào khác trong cuộc chiến. Nó có tốc độ tối đa 414 dặm trên giờ. Một máy bay Mỹ tuyệt vời nữa là F4U Corsair, nó được sử dụng bởi các phi công thủy quân và hải quân. Nó là chiếc máy bay đầu tiên cuối cùng đưa nước Mỹ chiếm lợi thế so với chiếc Zero của Nhật, nó nhanh hơn nhiều và có tốc độ xoay lật tốt hơn. Tốc độ tối đa của nó là 435 dặm trên giờ.

Tuy nhiên, máy bay nhanh nhất và thú vị nhất của cuộc chiến là Messerschmitt Me 262, đó là chiếc máy bay phản lực đầu tiên trên thế giới. Nó

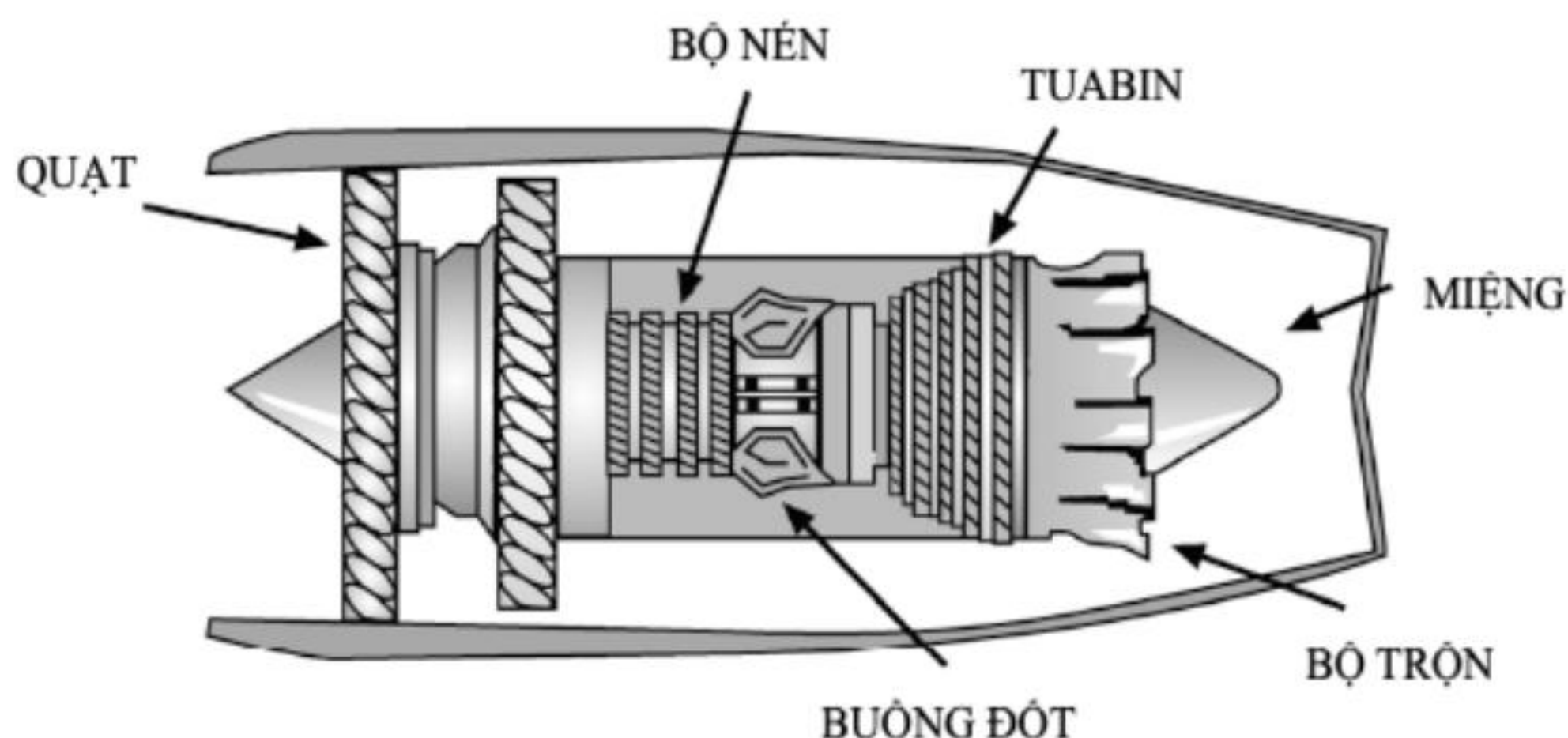
có tốc độ tối đa khoảng 530 dặm trên giờ, nhanh hơn các chiến cơ nhanh nhất phe Đồng Minh đến 93 dặm trên giờ. Thật may cho phe Đồng Minh, nó tham chiến tương đối trễ, và chỉ có vài chiếc được chế tạo, vì thế nó chẳng gây ảnh hưởng gì lớn. Tuy vậy, các phi công Đức lái Messerschmitt Me 262 đã bắn hạ xấp xỉ 540 máy bay Đồng Minh, và vì chúng bay quá nhanh nên chúng là các mục tiêu khó xử. Thật vậy, chúng quá nhanh nên các phi công Đức phải học chiến thuật mới khi sử dụng chúng lâm trận. Các phi công Đồng Minh sớm nhận ra rằng cách tốt nhất để đương đầu với chúng là tấn công chúng từ mặt đất hoặc trong lúc cất cánh và hạ cánh. Các bãi đáp máy bay ở Đức bị nhận dạng là căn cứ phản lực đều bị ném bom nặng nề. Tuy nhiên, Me 262 thật sự có một số điểm yếu, nó tiêu hao nhiên liệu gấp đôi một máy bay bình thường, và gần cuối cuộc chiến, nước Đức đang cạn kiệt nhiên liệu. Hơn nữa, còn có các vấn đề về sức bền động cơ.

Động cơ phản lực được phát minh bởi hai nhà phát minh khác nhau gần như đồng thời: Hans von Ohain và Frank Whittle. Frank Whittle là người đầu tiên đăng kí sáng chế một động cơ tuabin phản lực; thật vậy, bằng sáng chế của ông được cấp năm 1930, trước Ohain đến sáu năm. Nhưng cả hai người không ai biết về công trình của người kia. Nhưng chính Ohain là người đầu tiên chế tạo được một máy bay phản lực hoạt động được.

Whittle là một phi công và kĩ sư hàng không người Anh, ông gia nhập RAF vào năm 1928. Ở tuổi hai mươi hai, ông đã đi tới ý tưởng sử dụng một động cơ phản lực cấp sức đẩy cho một máy bay, và ông bắt đầu chế tạo một động cơ phản lực vào năm 1935. Nó được thử nghiệm vào năm 1937, và một máy bay sử dụng động cơ của ông bay lần đầu tiên vào năm 1941.

Giống như Whittle, Ohain chỉ mới hai mươi hai tuổi khi ông thai nghén ý tưởng về một máy bay có sức đẩy phản lực. Thiết kế của ông tương tự của Whittle, nhưng nó khác ở chỗ sắp xếp bên trong của các bộ phận. Một máy bay sử dụng thiết kế của ông cho động cơ bay lần đầu tiên vào năm 1939. Vì thế, cả Đức và Anh thật ra đều đã có động cơ phản lực trước khi chiến tranh bùng nổ.

Nhưng chỉ có người Đức sử dụng công nghệ này cho một kiểu chiến cơ mới trước khi kết thúc chiến tranh.



Các chi tiết của một động cơ phản lực.

Động cơ phản lực hoạt động theo định luật Newton thứ ba, định luật nói rằng với mỗi tác dụng luôn có một phản tác dụng bằng về độ lớn và ngược chiều. Phản lực ngược chiều là cái gây ra sức đẩy thúc máy bay phản lực về phía trước. Cách dễ nhất hình dung điều này là thổi một quả bong bóng cao su và thả nó ra. Bạn lập tức thấy nó bay ra cà giạt và nhào lộn do không khí thoát ra khỏi quả bong bóng. Nói ngắn gọn, khi không khí đẩy chạy ra ngoài, nó tác dụng lực lên quả bong bóng đang xếp đi theo chiều ngược lại. Đây cơ bản là cái xảy ra ở một động cơ phản lực.

Ngày nay, có một số kiểu động cơ phản lực khác nhau, nhưng chúng ta sẽ hạn chế phần thảo luận của mình với tuabin phản lực mà thôi. Ở phía trước tuabin phản lực là một cổng nạp cho phép không khí đi vào. Một khi vào bên trong, không khí bị các cánh quạt làm nén lại, dồn nó vào một thể tích nhỏ hơn nhiều. Từ đây nó bị ép vào cái gọi là buồng đốt. Với sự tăng áp suất, nhiệt độ chất khí tăng lên cho đến khi nó đạt tới hơn một nghìn độ Fahrenheit. Sau đó nhiên liệu được phun vào không khí, và hỗn hợp được đánh lửa. Điều này làm nó nóng lên cực nhanh, nó va rời khỏi buồng đốt, với nhiệt độ khoảng ba nghìn độ Fahrenheit. Không khí bị đốt nóng đó tác dụng một lực lớn theo mọi

hướng, nhưng nó chỉ thoát ra ở phía sau động cơ, và điều này đem lại một lực đẩy mạnh về phía trước. Nhưng khi chuyển động rời khỏi động cơ, nó đi qua một loạt cánh quạt tạo nên tuabin, làm quay trục tuabin. Đến lượt nó, trục tuabin làm quay bộ nén làm nạp thêm một lượng không khí mới. Sức đẩy có thể tăng lên bằng cách sử dụng cái gọi là thùng chất đốt phụ, trong đó nhiên liệu tiếp tục được phun vào chất khí đang thoát ra, đốt cháy nó để tăng thêm sức đẩy.

NHỮNG TÊN LỬA ĐẦU TIÊN TRONG CHIẾN TRANH

Thế chiến II không những chứng kiến động cơ phản lực đầu tiên, mà tên lửa đạn đạo lớn đầu tiên cũng được đưa vào sử dụng. Tuy nhiên, phần lớn công nghệ đã được phát triển từ trước bởi nhà vật lý Robert Goddard. Ngày nay, Goddard thường được xem là cha đẻ của sức đẩy tên lửa hiện đại, và Trung tâm Không gian Goddard của NASA ở Maryland được đặt theo tên ông. Phần lớn nghiên cứu của ông diễn ra tại Đại học Clark ở Worcester, Massachusetts, ông là trưởng khoa vật lý tại đó. Vào năm 1926, ông đã chế tạo và phóng tên lửa đầu tiên sử dụng nhiên liệu lỏng. Trước đó, vào năm 1914, ông đã đăng ký sáng chế cả nhiên liệu tên lửa lỏng và nhiên liệu tên lửa rắn. Ông đã có nhiều đóng góp quan trọng cho ngành tên lửa học, bao gồm kiểm soát bằng con quay hồi chuyển, bơm nhiên liệu chạy bằng điện, và các van trên cửa thoát của tên lửa giúp dẫn đường cho nó. Và ông là người đầu tiên chỉ ra rằng tên lửa sẽ hoạt động được trong chân không và nó không cần không khí cung cấp sức đẩy.

Ngay từ đầu Thế chiến II, người Đức đã quan tâm đến khả năng sử dụng tên lửa làm vũ khí. Đại úy pháo binh Walter Dornberger được giao nhiệm vụ khảo sát hiệu quả của tên lửa. Trong khi nghiên cứu vấn đề, một kỹ sư trẻ tên là Wernher von Braun rơi vào tầm mắt của ông, và ông thuê anh ta làm trưởng đơn vị pháo binh tên lửa của mình. Vào năm 1934, von Braun đã có một đội gồm tám mươi kỹ sư làm việc cho anh, và các hoạt động được chuyển

đến Peenemünde, trên bờ biển Baltic. Lúc này Hitler bắt đầu để tâm đến dự án.



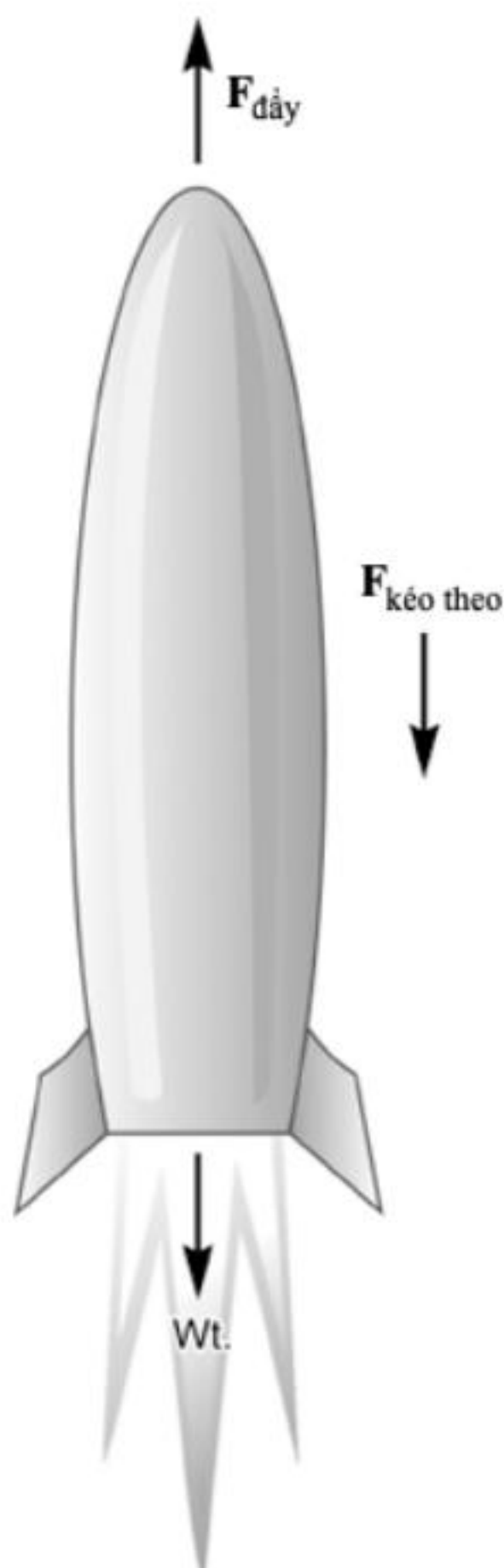
Wernher von Braun

Von Braun và đội của ông có nhiều vấn đề phải vượt qua. Các tên lửa trông khá đơn giản, nhưng cần có rất nhiều khoa học, nhất là vật lí học, để làm cho chúng vận hành đúng. Tên lửa V-2 mà Braun đang chế tạo có khả năng đạt tới độ cao gần bảy mươi dặm, và ở độ cao này hầu như không có không khí nữa. Và nhiên liệu tên lửa cần một nguồn cung oxygen dư dật để đốt. Điều này có nghĩa là oxygen phải được thêm vào nhiên liệu đẩy. V-2 sử dụng một hỗn hợp nước-75 phần trăm ethanol làm nhiên liệu và oxygen lỏng làm chất oxy hóa.¹²

Tên lửa được đẩy đi theo cách giống như máy bay phản lực. Chúng cũng hoạt động theo định luật Newton thứ ba, và một lần nữa phản lực tạo ra sức đẩy. Điều cũng quan trọng nên lưu ý là chuyển động bay của tên lửa gồm một vài giai đoạn: phóng, đẩy, lướt, và đâm. Thật ra, giai đoạn đầu tiên (phóng) là

khi tên lửa đang ở trên bệ phóng, vì thế nó không chuyển động. Lúc này có hai lực tác dụng lên nó: trọng lực kéo tên lửa xuống, và phản lực của nó do bệ phóng tác dụng. Hai lực này bằng nhau và ngược chiều.

Giai đoạn đẩy xảy ra khi động cơ tên lửa bắt đầu khai hỏa. Lúc này sẽ có ba lực tác dụng lên tên lửa: trọng lực của tên lửa, lực đẩy do động cơ cung cấp, và lực kéo theo do sức cản không khí. Nếu chúng ta áp dụng định luật Newton thứ hai, rằng lực bằng khối lượng nhân gia tốc, thì ta có $F_{\text{đẩy}} - F_{\text{kéo theo}} - W_t = ma$, trong đó m là khối lượng, a là gia tốc, và W_t là trọng lực của tên lửa. Tuy nhiên, có một vấn đề nhỏ ở đây: khối lượng của tên lửa thay đổi khi tên lửa chuyển động đi lên vì nhiên liệu đang được đốt cháy. Song vấn đề này dễ dàng được khắc phục bởi các kĩ sư.



Tên lửa: lực đẩy, lực kéo theo, và trọng lực.

Sức đẩy từ phía động cơ cuối cùng sẽ ngừng lại ở đâu đó, và tên lửa sẽ đi vào giai đoạn lướt. Trong thời gian này, không còn có lực đẩy hướng lên tác dụng lên tên lửa, và nó tự chuyển động. Nhờ vận tốc của nó, nó sẽ tiếp tục lên cao trong một khoảng thời gian sau khi các động cơ của nó ngừng hoạt động, nhưng cuối cùng nó sẽ đạt tới độ cao cực đại và bắt đầu rơi xuống đất, và do trọng lực tác dụng nên nó sẽ tăng tốc theo công thức $a = (W_t - F_{\text{kéo theo}})/m$. Như vậy, nếu không tính lực kéo theo, nó sẽ hạ xuống như một hòn đá rơi. Tất nhiên, trên thực tế, tên lửa không chuyển động thẳng đứng, mà nó còn chuyển động ngang, nên quỹ đạo của nó nói chung sẽ tương tự với quỹ đạo của một viên đạn pháo.

Ở tên lửa nhiên liệu lỏng, nhiên liệu đẩy và chất oxy hóa được chứa trong các két khác nhau trước khi đốt. Sau đó oxygen được cho kết hợp với nhiên liệu, sự hòa trộn xảy ra khi oxygen và nhiên liệu được phun vào buồng đốt. Chất khí cháy thoát ra qua một cửa xả ở đầu dưới, tạo ra lực đẩy. Các chất khí này ở nhiệt độ rất cao, vì thế cửa xả cần được làm nguội. Ở các tên lửa lúc đầu, cửa xả được làm nguội bằng cồn và nước.

Tên lửa còn phải giữ thăng bằng một khi nó đang bay, nếu không nó sẽ lật nhào mất kiểm soát. Có hai kiểu hệ thống được sử dụng cho yêu cầu này: chủ động và thụ động. Các bộ phận chủ động thì linh hoạt còn thụ động thì lắp cố định. Đặc biệt quan trọng là trọng tâm của tên lửa. Nó quan trọng bởi vì mọi vật, kể cả tên lửa, chuyển động xung quanh trọng tâm khi chúng chao đảo. Trọng tâm tương tự như khối tâm, đó là điểm mà toàn bộ khối lượng có thể xem như tập trung tại đó.

Trong khi bay, tên lửa có thể chao đảo xung quanh một, hai hoặc ba trục, gọi là các trục lật, trục thăng, và trục trệch. Xoay tròn xung quanh trục lật thì không vấn đề gì, còn chao đảo quanh hai trục còn lại thì phải tránh. Con quay hồi chuyển được sử dụng cho chuyện này, còn đem lại sự dẫn hướng. Các van ở đầu dưới tên lửa cũng giúp nó thăng bằng.

V-2 là tên lửa báo thù của Hitler, và vào đầu tháng Chín 1944, ông tuyên bố các vụ tấn công V-2 sẽ bắt đầu, và London là một mục tiêu chính. Trong vài tháng sau đó, hơn một nghìn bốn trăm tên lửa đã nhắm thẳng vào London. Nhưng độ chuẩn xác của chúng thật tệ và chúng không thể bắn trúng các mục tiêu sống còn. Nói chung, V-2 là một vũ khí khủng bố, và nó thật sự gây ra nỗi khiếp đảm kinh hoàng khi nó lao vút qua bầu trời Anh. Do tốc độ của tên lửa V-2 (xấp xỉ 2.200 dặm trên giờ) và cao độ bay của chúng, chúng hầu như không thể bị bắn hạ. Tổng cộng khoảng 2.550 thường dân ở London đã thiệt mạng do V-2, và 6.500 người khác bị thương.

Người Đức còn chế tạo một vũ khí khác, tương tự như vậy, gọi là “phi pháo” V-1. Nó nhỏ hơn V-2, với độ dài hai mươi bảy foot, so với bốn mươi sáu foot của V-2, và nó chậm hơn nhiều. Một động cơ phản lực dạng xung cấp sức đẩy cho nó; không khí đi vào cửa nạp của động cơ, tại đó nó hòa trộn với nhiên liệu và được đánh lửa bằng bugi. Các cửa sập đóng mở ở phía sau dụng cụ ở tốc độ khoảng năm mươi lần trên giây, đem lại cho nó âm thanh vèo vèo, vì thế mà có tên “buzz bomb”.

V-1 được phát triển tại Peenemünde cùng lúc với V-2. Nó không phải là tên lửa đạn đạo; thay vậy, nó được phóng từ bề mặt đất, sử dụng một đường dốc và máy phóng. Vì thế, nó được gọi là tên lửa hành trình. Vụ tấn công V-1 đầu tiên xảy ra vào giữa tháng Sáu 1944, ngay trước khi các vụ tấn công V-2 bắt đầu, và các vụ tấn công V-1 cũng hướng thẳng vào London.

Giống như V-2, V-1 không thể công kích vào những mục tiêu nhất định, vì thế nó cũng chủ yếu là vũ khí khủng bố. Nhưng không giống V-2, có sự phòng thủ đáng kể chống V-1. Một số máy bay nhanh hơn có thể bắn hạ nó trong khi bay, và nó dễ bị tấn công bởi pháo phòng thủ bờ biển. Thật vậy, đến cuối tháng Tám 1944, khoảng 70 phần trăm số tên lửa V-1 đến nơi đã bị bắn hạ bởi pháo phòng thủ bờ biển. Tổng cộng khoảng mười nghìn V-1 đã được bắn vào nước Anh. Khoảng 2.420 đi tới London, làm thiệt mạng xấp xỉ 6.180 người và làm bị thương 17.780 người.

CÁC VŨ KHÍ KHÁC VÀ VŨ KHÍ NHỎ CẦM TAY

Xe tăng giữ một vai trò lớn trong Thế chiến II. Thật vậy, trong chiến tranh chớp nhoáng của Đức, dường như không gì chặn được chúng, và phe Đồng Minh nhanh chóng tìm kiếm vũ khí có thể đương đầu với chúng. Trong mấy năm sau đó, một số loại đầu nổ đã được phát triển có khả năng xuyên thủng lớp giáp bọc của xe tăng, và chúng sử dụng một nguyên lý vật lý quan trọng. Chúng hoạt động dựa trên ý tưởng lượng nổ lõm (shaped charge). Lượng nổ lõm là một vụ nổ có hình dạng làm tập trung năng lượng của đạn pháo. Nó dựa trên cái gọi là hiệu ứng Munroe, do nhà hóa học Mỹ Charles Munroe khám phá. Munroe chỉ ra rằng một đầu làm rỗng trên đầu đạn tạo ra một sóng mạnh hơn nhiều, làm tập trung sức nổ dọc theo trục đầu đạn. Điều này là do sóng xung kích từ vụ nổ được gia cố trong trường hợp này.

Khi triển khai để chặn xe tăng, các đầu nổ này được gọi là đầu nổ HEAT (đầu nổ chống tăng, sức nổ lớn). Chúng gây ra một làn kim loại vận tốc cao có thể đâm xuyên qua lớp giáp bọc tăng tương đối nặng. Làn kim loại này thật ra chuyển động ở tốc độ gần hai mươi lăm lần tốc độ âm thanh. Các đầu nổ HEAT kém hiệu quả khi chúng xoay tròn, nên chúng thường được lắp vây cân bằng.

Các đầu nổ HEAT đem lại sự thay đổi lớn trong chiến tranh xe tăng khi chúng lần đầu tiên được sử dụng vào cuối cuộc chiến. Một người lính bây giờ có thể phá hủy một xe tăng bằng cách sử dụng một vũ khí cầm tay. Người ta lập tức tìm kiếm phương án bảo vệ trước kiểu đạn pháo mới, và người Đức bắt đầu bảo vệ xe tăng của họ bằng các lớp lưới, chúng làm cho đạn pháo nổ sớm.

Một kiểu đạn pháo khác cũng được sử dụng chống tăng khá hiệu quả. Nó được gọi là đầu nổ HESH (đầu đạn nén ép nổ cực mạnh). Nó vốn được phát triển để chọc thủng các tòa nhà bê tông, nhưng người ta thấy nó cũng chống tăng hiệu quả. Trong trường hợp này, vật liệu nổ bị “bóp nén” khi nó đập trúng mục tiêu nên nó phân rã trên một diện tích lớn hơn. Một kíp nổ kích

hoạt nó vào lúc này, tạo ra một sóng xung kích lớn hơn do diện tích lớn hơn của nó. Sóng xung kích này xuyên qua kim loại đến phần lõi của xe tăng, làm cho các mảnh kim loại bay tứ tán vào thành bên trong xe ở tốc độ cao. Các mảnh kim loại này có thể làm bị thương hoặc thiệt mạng binh lính trên xe và làm cháy đạn dược hoặc nhiên liệu bên trong xe tăng.

Đầu nổ HESH và HEAT đều được bazooka bắn về phía xe bọc thép. Bazooka là một vũ khí chống giệt, được cấp năng lượng bằng tên lửa, vốn được Robert Goddard phát triển khi ông nghiên cứu sức đẩy tên lửa. Ông và người cộng sự Clarence Hickman đã phát triển và trình diễn nó trước Quân đội Mỹ tại Bãi Diễn Tập Aberdeen ở Maryland vào tháng Mười Một 1918. Tuy nhiên, vào lúc này, nó chưa sử dụng lượng nổ lõm. Nó được phối hợp với lượng nổ lõm vào năm 1942, và nó được sử dụng lần đầu tiên ở Bắc Phi và đồng thời bởi người Nga ở mặt trận phía Đông. Tuy nhiên, các mẫu ban đầu không đáng tin cậy lắm, và một số khẩu đã bị quân Đức thu giữ. Người Đức nhanh chóng sao chép và cải tiến trên các bazooka ban đầu, và trước sự bất ngờ lớn của quân Đồng Minh, các khẩu bazooka Đức còn mạnh hơn của họ và có sức xuyên giáp khủng khiếp hơn.

Một phát triển quan trọng khác trong đó vật lý học có liên quan là proximity fuse (thiết bị điều khiển tên lửa nổ khi tới gần đích). Lúc mới đầu cuộc chiến, đầu nổ phát nổ khi nó đập trúng mục tiêu, hoặc sau một lượng thời gian nhất định đã cài trên bộ hẹn giờ. Cả hai cách này đều có nhược điểm, và tác dụng đầy đủ của phần lớn đạn pháo đang nổ không hiệu quả lắm. Với proximity fuse, dụng cụ tự động phát nổ khi khoảng cách giữa mục tiêu và đạn pháo nhỏ hơn một giá trị nào đó đã được tính trước. Do đó, đạn pháo có thể được kích nổ trước khi chúng rơi tới đất – đặc biệt, phía trên đầu quân địch – làm tăng thêm hiệu lực của chúng.

Proximity fuse hoạt động theo các nguyên lý điện từ; nó chứa một dao động tử nối với một anten đóng vai trò vừa là máy phát vừa là máy thu. Khi đạn pháo tiến gần đến mục tiêu, nó có thể xác định mục tiêu ở xa bao nhiêu bằng cách phân tích tín hiệu phản hồi. Nó đã được sử dụng khá hiệu quả

chống lại các vụ tấn công bom buzz V-1 vào nước Anh, và trong Trận Phình To. Nó còn có ích trong phòng thủ chống lại các vụ tấn công kamikaze của lính Nhật ở Thái Bình Dương.

Tên lửa dẫn đường vô tuyến cũng được sử dụng lần đầu tiên trong Thế chiến II. Người Đức đã phát triển một loại bom dẫn đường chống tàu thuyền gọi là Fritz X. Nó được thả từ máy bay và được điều khiển vô tuyến từ máy bay thả bom. Các tín hiệu được nhận bởi một máy thu trên tên lửa. Tuy nhiên, Fritz X không được xem là thành công lắm. Các loại bom dẫn đường tương tự cũng được phát triển ở Anh. Tên gọi là GB-1s, chúng đã được thả xuống Cologne, Đức. Một loại bom dẫn đường khác của người Đức là Kraus X-1; một vài tàu thuyền Đồng Minh đã bị nó làm thiệt hại nặng nề. V-1 và V-2 cũng được dẫn đường bằng vô tuyến.

Một trong những dụng cụ tài tình nữa xuất hiện trong Thế chiến II là bombsight (máy ngắm để ném bom) Norden.¹³ Một trong những vấn đề trọng yếu trong giai đoạn đầu cuộc chiến là việc ném bom chuẩn xác từ cao độ lớn. Vào năm 1943, một máy bay thả bom từ độ cao lớn có CEP (bán kính sai số) một nghìn hai trăm foot, nên khả năng ném trúng mục tiêu là cực kì thấp. Quả vậy, khả năng ấy thấp đến mức không quân và hải quân đã từ bỏ các vụ đột kích bom chính xác. Tuy nhiên, vài năm sau đó, Carl Norden, một kĩ sư Hà Lan di cư sang Mỹ, đã nghiên cứu bombsight. Một trong những vấn đề chính trong sử dụng bombsight là phải thẳng bằng máy bay sao cho đường nhìn hướng thẳng đứng xuống dưới. Gió cũng là một vấn đề nghiêm trọng. Bombsight của Norden cho phép bom được thả ra đúng lúc để rơi trúng một mục tiêu cho trước. Nó sử dụng một máy tính analog gồm các con quay hồi chuyển, động cơ điện, bánh răng, gương, đòn bẩy, và một kính viễn vọng. Người cất bom sẽ lập trình tốc độ không khí, tốc độ gió, phương hướng, và cao độ vào dụng cụ. Khi đó máy tính sẽ tính quỹ đạo cần thiết cho bom rơi trúng mục tiêu. Sau đó, khi máy bay tiến tới mục tiêu, phi công sẽ bật máy bay sang chế độ tự lái để nó bay đến đúng điểm cần thiết cho thả bom. Được biết với dụng cụ này, một quả

bom có thể được ném trúng trong một vòng tròn một trăm foot từ độ cao bốn dặm.

Bombsight Norden là một trong những bí mật lớn của cuộc chiến, và sự tồn tại của nó được bảo vệ kỹ lưỡng trong suốt cuộc chiến. Nó đặc biệt hữu hiệu trong việc ném bom nước Đức trong các giai đoạn sau của cuộc chiến.

Cuối cùng, hãy nhìn vào các vũ khí cầm tay cỡ nhỏ và vũ khí bộ binh được dùng trong cuộc chiến. Chúng đã mạnh hơn nhiều, chuẩn xác hơn, và chết chóc hơn nhiều so với thời Thế chiến I. Tuy nhiên, lúc mới đầu cuộc chiến, một số vũ khí kiểu cũ vẫn được sử dụng. Súng trường khóa nòng trượt thời Thế chiến I cũng được sử dụng lúc mới bùng nổ Thế chiến II. Về sau người ta sử dụng súng trường bắn tỉa, chủ yếu do bởi tầm bắn xa và độ chuẩn xác cao của chúng. Một khẩu súng trường khóa nòng trượt có gắn ống ngắm là một vũ khí bắn tỉa tuyệt vời, nhưng khi cận chiến người lính cần một tốc độ khai hỏa nhanh hơn nhiều, và bởi vậy, súng trường bán tự động sớm được phát triển. Một trong những khẩu bán tự động tốt nhất của Mỹ là M1 Garand, nó sớm trở thành kiểu súng trường chuẩn của Mỹ trong Thế chiến II.

Súng tiểu liên cũng giữ một vai trò lớn trong cuộc chiến. Nó là một phiên bản nhỏ, tương đối nhẹ của súng máy chính quy. Tuy nhiên, đạn được của nó nhỏ hơn và nhẹ hơn, và điều này có nghĩa là nó có tầm bắn tương đối ngắn, và độ chuẩn xác của nó thì không cao. Nhưng nó khá hiệu quả trong cận chiến. Người Đức đã sử dụng nó rộng rãi; khẩu súng tiểu liên tốt nhất của họ là MP-18. Phiên bản tương đương của người Mỹ là súng tiểu liên Thompson.

Trở ngại chính với súng tiểu liên là độ chuẩn xác kém và tầm bắn ngắn của nó. Trong đa số tình huống trên chiến trường, người lính cần vừa khai hỏa nhanh vừa chuẩn xác từ xa. Độ chuẩn xác không cần phải lớn như của súng trường khóa nòng trượt chuẩn, ví như khẩu Lee-Enfield hay Springfield, song tầm bắn xa hơn so với súng tiểu liên là thứ đáng thêm muốn. Bởi vậy, súng trường tấn công đã được phát triển. Nó được sử dụng đầu tiên bởi quân đội Đức; khẩu MP-43 của họ đi vào phục vụ vào năm 1943 và rõ ràng là một vũ

khí ưu việt. M16 của Mỹ và AK-47 của Nga, xuất hiện sau cuộc chiến, đều dựa trên nó.

Các súng máy cơ bản vẫn được sử dụng, giống như trong Thế chiến I, nhưng bây giờ chúng đã nhẹ hơn nhiều nên một người lính có thể cầm tay luôn. Tuy nhiên, trong đa số trường hợp, cần có thêm một người lính thứ hai mang vác đạn dược và hỗ trợ canh ngắm và nạp đạn lúc bắn. Cuối cùng, các vũ khí khác như lựu đạn cầm tay, súng phun lửa, và súng cối nhẹ thuộc đủ kiểu cũng được sử dụng. Và đa số chúng đều có tính sát thương mạnh hơn do các tiến bộ công nghệ đem lại.

MÁY VI TÍNH VÀ TRÍ THÔNG MINH

Một lĩnh vực khác trong đó có vô số tiến bộ là kết quả của cuộc chiến tranh thế giới, đó là máy vi tính. Thế chiến I có lẽ là cuộc chiến đầu tiên trong đó một lượng lớn thông tin phải được chuyển tải càng nhanh càng tốt, và để làm việc này, cần có một hệ thống truyền thông tốt. Và tất nhiên, nhu cầu này càng lớn hơn trong Thế chiến II. Không những phải truyền đạt thông tin về động thái và hướng di chuyển của quân đội, các sư đoàn, vùn vùn, mà điều quan trọng là phải giữ kín các thông tin này trước quân địch. Điều này có nghĩa là thông tin phải được mã hóa, và chẳng mấy chốc đã xuất hiện cuộc chạy đua giữa người bẻ mã và người tạo mã. Mật mã càng lúc càng trở nên phức tạp, và chẳng mấy chốc chúng chỉ có thể được mã hóa bằng máy móc, tức là máy vi tính. Nghiên cứu về máy vi tính đã bắt đầu từ trước cuộc chiến, phần lớn diễn ra ở Đức. Kỹ sư người Đức Konrad Zúe đã chế tạo một máy vi tính đơn giản mà ông gọi là Z1 vào năm 1936. Ông tiếp tục nghiên cứu về nó trong thời gian chiến tranh, cải tiến nó rất nhiều. Một dụng cụ giống vậy, cuối cùng gọi là Mark I được chế tạo ở Mỹ.¹⁴ Cuộc chiến tranh, và nhất là nhu cầu giải mã mật mã của phe địch, sớm đưa đến nhu cầu phải có các máy vi tính lớn hơn và nhanh hơn nữa. Người Đức bắt đầu sử dụng một máy tạo mã gọi là Enigma. Enigma cho phép người điều khiển đánh một thông điệp sau đó trộn nó bằng

các bánh xe hay rotor khắc hình chữ V, mỗi bánh xe mang các kí tự của bảng chữ cái. Có hai mươi sáu tiếp xúc điện trên mỗi mặt của các bánh xe tương ứng với các kí tự của bảng chữ cái. Khi một thông điệp được đánh vào, nó được gửi đến bánh xe thứ hai thông qua các tiếp xúc điện, nhưng tiếp xúc được lập ở một vị trí khác trên bánh xe thứ hai, vì thế với một kí tự cho trước, ví dụ C, sẽ chỉ cho một chữ định khác, ví dụ Z. Sau đó tiếp xúc được truyền từ bánh xe này sang bánh xe thứ ba, và một lần nữa tiếp xúc được lập ở một vị trí khác. Trong những mẫu hoạt động sớm nhất, người ta dùng ba bánh xe, nhưng về sau lại thêm nhiều bánh xe hơn, khiến nó càng trở nên phức tạp hơn. Hơn nữa, mật mã có thể thay đổi sau mỗi lần sử dụng máy. Tuy nhiên, việc giải mã thật đơn giản đối với người nhận; anh ta chỉ việc bố trí máy của mình theo cách giống như máy của người gửi là được.

Trí thông minh của người Ba Lan đã phá được mật mã đó; với sự hỗ trợ của một điệp viên Đức và sử dụng một ít toán học phức tạp, họ đã giải được mật mã đó vào năm 1932, và họ tiếp tục giải mã các thông điệp của người Đức cho đến năm 1939. Tuy nhiên, với chiến tranh bùng nổ, người Đức gia tăng bảo mật của họ bằng cách làm cho hệ thống phức tạp hơn gấp mười lần. Lúc này người Ba Lan bó tay, vì thế họ chuyển giao toàn bộ những gì họ biết cho các chuyên gia bẻ khóa người Anh. Đơn vị giải mã của Anh, mật danh là Ultra, được thành lập tại Trại Bletchley ở Sussex.

Người Anh bắt đầu nghiên cứu mật mã của người Đức, nhưng họ chẳng có mấy tiến bộ, mãi cho đến khi Alan Turing gia nhập nhóm. Ngoài toán học, ông còn học mật mã học tại Princeton, nơi ông lấy bằng tiến sĩ, thành ra ông được trang bị nền tảng tốt để đương đầu với mật mã bí ẩn đó. Ông nhanh tay chế tạo một chiếc máy ông gọi là *bombe*, nó bẻ khóa được mật mã Đức. Bombe dò tìm các thiết lập khả dĩ “đúng” của máy Enigma đã gửi đi thông điệp. Phải dò tìm qua hàng tỉ thiết lập khả dĩ, nhưng chiếc máy của ông chạy nhanh (lúc bấy giờ), và cuối cùng nó thu hẹp được thiết lập đúng. Thế nhưng vẫn có trục trặc: Turing và nhóm nghiên cứu chỉ được phép chế tạo vài máy bombe, trong khi cần số lượng lớn máy mới giải mã được hết các thông điệp Đức nhận được.

Turing và người cộng sự của ông, Gordon Welchman, cảm thấy nản chí và chẳng biết làm sao. Cuối cùng, bất chấp mọi luật lệ, họ viết thư trực tiếp cho Winston Churchill. Churchill hồi âm tức thì, cấp ưu tiên cho yêu cầu của họ. Trong vài năm sau đó, hơn hai trăm máy bombe đã đi vào hoạt động.¹⁵



Alan Turing

Enigma được hải quân, bộ binh, và không quân Đức sử dụng, còn bộ chỉ huy cao cấp Đức sử dụng một máy tạo mã khác, phức tạp hơn nhiều, gọi là Lorentz. Nó ra đời vào năm 1941, và nó sử dụng mười hai bánh xe. Cách duy nhất để khóa mật mã của nó là sử dụng một máy vi tính rất lớn, lớn hơn nhiều so với bất kì chiếc máy nào từng được chế tạo. Như vậy sẽ phải chi một khoản tiền khổng lồ, song thông tin thu về sẽ có giá trị rất lớn. Kỹ sư thiết kế là Tommy Flowers, và nguyên mẫu, gọi là Colossus Mark I, ra đời vào tháng Mười Hai 1943. Nó đi vào hoạt động vào tháng Hai 1944.

Với Colossus, các thông điệp do máy Lorentz gửi đi có thể được giải mã, và trong vài tháng sau đó, một lượng lớn thông tin của phía Đức đã bị đánh chặn và giải mã. Colossus, cùng với bombe của Turing, đã góp phần rút ngắn cuộc chiến.

CHƯƠNG 17

BOM NGUYÊN TỬ

Ta đã thấy ở chương trước rằng vật lí học giữ một vai trò quan trọng trong nhiều vũ khí của Thế chiến II, song nó còn giữ một vai trò to lớn hơn trong món vũ khí kinh hoàng nhất của cuộc chiến – đó là bom nguyên tử. Thật vậy, nó giữ một vai trò trung tâm, để có bom nguyên tử đòi hỏi chúng ta phải hiểu rõ các khái niệm vật lí căn bản. Các hạt hạ nguyên tử cấu thành hạt nhân, ở bên trong hạt nhân chúng gắn kết với nhau bằng cái gọi là năng lượng liên kết, và chính năng lượng liên kết này là cơ sở của bom nguyên tử.

Chẳng nghi ngờ gì nữa, việc phát triển bom nguyên tử là một trong những phát triển ấn tượng nhất và gây kinh hoàng nhất trong lịch sử. Không những nó cần một số đột phá căn bản do một số ít cá nhân ưu tú đem lại, mà nó còn đòi hỏi sự nỗ lực rất lớn của hàng nghìn con người. Và không những những con người này đã đạt được một mục tiêu mà nhiều người thoát xem là hầu như bất khả thi, mà nó còn cho thấy rằng người ta có thể đạt được những gì nếu có đủ động cơ, lòng quyết tâm, và sự tài tình.

KHỞI ĐẦU

Thật khó nói chính xác câu chuyện bắt đầu ra sao, nhưng các thí nghiệm của James Chadwick tại Đại học Cambridge ở Anh là rất quan trọng. Ông đang lặp lại một thí nghiệm được thực hiện trước đó bởi Joliot-Curie và chồng bà, Frederic Joliot-Curie, trong đó một hạt lạ có khả năng đánh bật proton ra khỏi paraffin. Nhà Joliot-Curie cho rằng hạt lạ đó là tia gamma. Chadwick chỉ ra rằng nó thật ra là một hạt trung hòa điện, ông gọi tên là neutron.¹ Hạt trung hòa này ở bên trong hạt nhân nguyên tử cùng với proton. Rồi người ta xác định được neutron có khối lượng ngang với proton. Tổng trọng lượng nguyên

tử của các proton và trọng lượng nguyên tử của các neutron trong một nguyên tử xấp xỉ bằng trọng lượng nguyên tử (A) của nguyên tử đó. Chúng ta còn kí hiệu tổng số proton trong hạt nhân là số nguyên tử (Z). Và từ hai con số này ta có thể dễ dàng xác định số lượng neutron trong hạt nhân; nó bằng $A - Z$. Lấy ví dụ, xét nguyên tử hydrogen, chúng ta biết hạt nhân của nó gồm một proton thôi. Nó có $A = 1$ và $Z = 1$, và vì thế $A - Z = 0$, nó không có neutron nào. Tương tự như vậy, nguyên tử helium có $A = 4$ và hai proton, hay $Z = 2$, và do đó $A - Z = 2$, nó có 2 neutron. Ta có thể tiếp tục tính như vậy cho tất cả các nguyên tố.

Hóa ra neutron là một hạt đặc biệt quan trọng đối với nghiên cứu vì nó trung hòa điện. Ban đầu, các nhà vật lí đã cố gắng tìm hiểu về hạt nhân bằng cách bắn các hạt tốc độ cao vào nó xem chuyện gì sẽ xảy ra. Tuy nhiên, những hạt duy nhất được biết khi ấy là proton và electron, nhưng electron quá nhẹ để có bất kì tác động gì lên hạt nhân, còn proton thì mang điện dương, cùng loại điện với hạt nhân, vì thế hạt nhân và proton đẩy nhau ra. Bởi vậy, proton còn là một viên đạn không hiệu quả. Tuy nhiên, neutron không chịu lực đẩy điện bởi electron hay hạt nhân, vì thế nó là một viên đạn lí tưởng. Trước khi nhìn xem nó được sử dụng như thế nào, ta hãy xét đóng góp của Einstein cho bom nguyên tử.

VAI TRÒ CỦA EINSTEIN

Einstein thỉnh thoảng được gọi là cha đẻ của bom nguyên tử, một danh hiệu ông ghét cay ghét đắng, và trên thực tế ông có rất ít đóng góp trực tiếp cho nó. Thế nhưng ông có một đóng góp quan trọng. Trong một bài báo ngắn công bố không bao lâu sau khi ông cho trình làng bài báo nổi tiếng về thuyết tương đối hẹp vào năm 1905, ông chỉ ra rằng năng lượng và khối lượng có liên hệ với nhau. Tiêu đề của bài báo là “Phải chăng quán tính của một vật phụ thuộc vào lượng năng lượng của nó?” Bài báo chỉ dài ba trang, nhưng nó là một trong những bài báo quan trọng nhất từng được xuất bản. Bài báo này,

cùng với một bài báo công bố sau đó một năm, chỉ ra một tương đương giữa khối lượng và năng lượng. Đặc biệt, nó cho chúng ta phương trình $E = mc^2$, trong đó năng lượng (E) của một khối lượng cho trước bằng khối lượng (m) đó nhân với tốc độ ánh sáng (c) bình phương. Tốc độ ánh sáng là 186.000 dặm trên giây, và nếu bạn bình phương nó (nhân nó với chính nó), hiển nhiên bạn có được một con số rất lớn. Điều này cho chúng ta biết rằng có một lượng lớn năng lượng gắn liền với một khối lượng dù là rất nhỏ thôi. May thay, rất khó chuyển hóa khối lượng trực tiếp thành năng lượng, song đây thật sự là cái xảy ra trong một vụ nổ bom nguyên tử.

ĐỘT PHÁ CỦA NGƯỜI ITALY

Đa số nhà vật lý hoặc là nhà thực nghiệm hoặc là nhà lý thuyết. Tuy nhiên, Enrico Fermi ở Đại học Rome là một trong số ít người thông thạo ở cả hai lĩnh vực. Ông có những đóng góp lý thuyết quan trọng, song đồng thời ông cũng là một nhà thực nghiệm hàng đầu. Khi neutron được khám phá vào năm 1932, ông lập tức nhận ra rằng nó sẽ là một viên đạn lý tưởng. Nó sẽ không bị hạt nhân đẩy ra, và nó có thể dễ dàng bắn ra đủ nhanh để các electron xung quanh chẳng ảnh hưởng gì lên nó. Vấn đề là tìm một nguồn cung neutron cho tốt, và chẳng mấy chốc ông đã có thể nghĩ ra một thiết bị sẽ tạo ra một chùm neutron.³



Enrico Fermi

Một trong những lĩnh vực sôi nổi nhất trong vật lí học lúc bấy giờ là sự phân rã phóng xạ. Một số nguyên tố được biết là phân rã tự phát, phát ra các loại tia bức xạ, gọi là tia alpha, beta và gamma. Một số người, trong đó có Marie Curie, đã có những đóng góp quan trọng cho lĩnh vực này. Tuy nhiên, vào năm 1934, Irene Curie và Frederic Joliot công bố rằng họ có thể gây ra sự phóng xạ nhân tạo. Nói cách khác, họ đã làm cho một nguyên tố bền trở nên phóng xạ. Họ bắn các hạt alpha vào hạt nhân nhôm và làm cho nó trở nên phóng xạ. Họ còn tìm thấy rằng boron phản ứng theo cách giống vậy khi bị bắn phá bằng tia alpha.

Fermi bị kết quả đó cuốn hút, và ông tin chắc rằng ông có thể cải tiến nó.⁴ Các hạt alpha to lớn và nặng nề, và chúng có thể bị chặn lại dễ dàng, dù chỉ bởi một tờ giấy. Hơn nữa, chúng mang điện tích. Neutron sẽ là một viên đạn tốt hơn nhiều, và lúc này ông đã có một thiết bị tạo ra chúng. Ngoài ra, ông đã cải tiến một dụng cụ được phát minh trước đó vài năm, gọi là Máy đếm Geiger, nó được dùng để đo bức xạ sinh ra. Fermi và nhóm của ông bắt tay vào lặp lại các thí nghiệm của Joliot và Curie, và họ nhanh chóng xác thực các kết quả của

nhà Curie. Sau đó họ chuyển sang các nguyên tố nặng hơn. Và quả vậy, nhiều trong số chúng trở nên phóng xạ, nhưng trong đa số trường hợp sự phóng xạ đó không tồn tại lâu. Thật vậy, một số nguyên tố có chu kỳ bán rã (thời gian cần thiết cho một khối vật liệu phóng xạ giảm còn một nửa giá trị ban đầu) chưa tới một phút.⁵

Fermi và đội của ông đã kiểm tra đa số các nguyên tố của bảng tuần hoàn bằng cách này, cho đến nguyên tố nặng nhất được biết khi ấy, đó là uranium. Và uranium đặc biệt gây hứng thú với ông. Chưa có nguyên tố nào được biết nặng hơn uranium, vì thế ông tự hỏi chuyện gì sẽ xảy ra nếu ông bắn một neutron vào hạt nhân uranium và nó bị hấp thu. Sẽ hình thành một nguyên tố mới chẳng? Uranium có trọng lượng nguyên tử 238 (tổng số proton và neutron trong hạt nhân); nếu nó hấp thu một neutron nó sẽ trở thành uranium-239. Nhưng như vậy lại xuất hiện vấn đề mới: làm thế nào họ phát hiện được uranium-239? Điều này tỏ ra vô cùng khó khăn. Tuy nhiên, cuối cùng đội Fermi đã nhận ra một nguyên tố hơi nặng hơn. Fermi quá đổi vui mừng. Ông đã tạo ra một nguyên tố vượt quá uranium-238. Với thành công này, ông cho dừng các thí nghiệm của mình, nhưng làm thế ông đã bỏ lỡ một trong những khám phá vĩ đại nhất trong lịch sử.

Trong khi đó, thế giới xung quanh ông ngày càng trở nên hỗn loạn. Hitler đã lên nắm quyền ở Đức và Mussolini vừa kí một hiệp ước với ông ta. Cuộc chiến của Hitler chống người Do Thái vừa mới khởi động, và ông yêu cầu Mussolini hợp tác. Bởi thế, người Do Thái ở Italy phải chịu những hạn chế pháp lí mới. Bản thân Fermi thì không nguy hiểm gì, nhưng Laura, vợ ông, là người Do Thái, và Fermi biết cuối cùng bà sẽ bị chính quyền áp bức. Ông không chắc phải làm gì nữa. Các viên chức chính phủ không thể cho ông rời tổ quốc cùng với vợ mình. Trước đó, ông đã được mời đảm đương một số vị trí tại các trường đại học ở Mỹ, nhưng ông đã từ chối. Ông quyết định viết thư hỏi họ xem có còn quan tâm chuyện đó không, và quả vậy ông nhận được một lời mời từ trường Đại học Columbia. Tuy nhiên, vấn đề lúc này là làm sao đi khỏi đất nước mà không gây nghi ngờ gì.

Bước đột phá ông đợi chờ xảy ra vào mùa thu năm 1938. Fermi có mặt ở Copenhagen dự một hội nghị vật lí thì Niels Bohr kéo ông ra ngoài và nói nhỏ với ông rằng ông đang nằm trong danh sách trao Giải Nobel vào cuối năm ấy. Fermi thấy hứng khởi, không những vì triển vọng giành giải thưởng, mà còn bởi vì nó có thể đem lại một lộ trình đi khỏi Italy. Quả vậy, vài tuần sau ông nhận được một cuộc gọi thông báo ông giành giải Nobel, và rằng ông phải đi Stockholm, Thụy Điển, để nhận giải. Hơn nữa, ông được mời mang cả gia đình đến Thụy Điển. Ngay sau buổi lễ trao giải Nobel, Fermi lên máy bay sang Anh, đi cùng với vợ con ông. Từ đây họ ngồi tàu sang New York.

HAHN, MEITNER, VÀ STRASSMANN

Lise Meitner sinh ra trong một gia đình Do Thái ở Vienna, Áo, vào năm 1878. Bà yêu thích vật lí học từ thuở nhỏ, nhưng con đường khoa học chẳng dễ dàng gì cho một người phụ nữ vào thời ấy. Tuy vậy, bà cố gắng lấy được bằng tiến sĩ vật lí tại Đại học Vienna. Sau khi có bằng, bà đến Viện Kaiser Wilhelm ở Berlin và bắt đầu làm việc với vai trò phụ tá cho nhà hóa học Otto Hahn.⁶ Ban đầu bà làm việc không lương, nhưng sau cùng bà trở thành trưởng phòng của một chuyên ngành hóa. Bà làm việc với Hahn trong ba mươi năm, thực hiện được một số khám phá quan trọng.⁷

Khi Hitler lên nắm quyền vào năm 1933, bà đang đảm đương vai trò giám đốc Viện Hóa học. Mặc dù sinh ra trong một gia đình Do Thái, nhưng bà đã cải đạo Cơ đốc lúc còn trẻ, và khi trưởng thành bà tự nhận mình là người theo chủ nghĩa Luther. Hơn nữa, bà mang quốc tịch Áo. Vì thế, thoát đầu bà chẳng lo lắng trước hành động của Hitler chống người Do Thái. Bà vui đầu trong công việc. Những người khác, trong đó có gia đình Joliot-Curie ở Paris đi theo phương pháp của Fermi dùng neutron bắn phá các nguyên tố nặng, đặc biệt là uranium. Hahn và Meitner sớm quan tâm đến công trình của họ.

Tuy nhiên, Meitner vừa mới bắt đầu công trình nghiên cứu khi Hitler thôn tính nước Áo và công khai bài người Do Thái, kể cả người Do Thái đến từ

Áo. Mặc dù bà không còn xem mình là người Do Thái, nhưng Meitner biết rằng đối với đảng Nazi điều đó chẳng nghĩa lý gì. Bà phải đi khỏi khu vực ảnh hưởng của người Đức càng sớm càng tốt, thế nhưng có một trục trặc. Visa của bà hết hạn, và bà không thể xin visa mới bởi như thế sẽ khiến chính quyền chú ý. Bà không biết phải làm sao, thế nên bà viết thư cho Niels Bohr ở Copenhagen. Bohr thu xếp cho bà đến Hà Lan mà không cần visa. Nhưng bà phải vượt qua các đội tuần tra Nazi tại biên giới. Và, đúng như bà lo ngại, một viên chức Nazi yêu cầu bà trình visa. Bà biết nó đã hết hạn, nhưng bà vẫn đưa nó cho anh ta. Anh ta tử tế nhìn nó trong khi bà ngồi trong trạng thái tim đập loạn xạ. Cuối cùng, sau vài phút anh ta đưa nó lại cho bà mà không nói năng gì. Vài phút sau, bà không dám tin nổi, bà đã ở bên lãnh thổ Hà Lan.

Bohr dành cho bà một vị trí ở Stockholm, Thụy Điển, nhưng vị trí đó hầu như không được trợ cấp, và bà sớm rơi vào tình thế khốn đốn. Hơn nữa, Hahn và trợ lý của ông, Fritz Strassmann, đang tiếp tục làm các thí nghiệm mà họ đã bắt đầu. Fermi từng giả định rằng khi bắn phá neutron vào uranium nó sẽ tạo ra một nguyên tố hậu uranium, nặng hơn, nhưng ông chưa chứng minh được một cách rõ ràng. Còn khi Hahn và Strassmann tiến hành thí nghiệm, họ vô cùng bối rối. Họ không thể xác thực kết quả của Fermi; thêm nữa, một nguyên tố, ấy là barium, với chỉ khoảng một nửa trọng lượng nguyên tử của uranium, có vẻ như được tạo ra. Điều đó chẳng có ý nghĩa gì, nhưng Hahn đã chạy thí nghiệm vài lần, mỗi lần đều thu được kết quả giống nhau. Biết rằng Meitner có hiểu biết về vật lý hạt nhân tốt hơn bản thân, nên Hahn gửi cho bà một lá thư nhờ bà đưa ra lời giải thích, nếu có.

GIÁNG SINH NĂM 1938

Meitner bất ngờ trước kết quả ấy, xen lẫn bối rối nữa. Bà không có lời giải thích, nhưng bà cam đoan rằng Hahn không phạm sai sót nào. Nếu ông nói barium có mặt sau khi bắn phá, thì điều đó phải đúng thôi. Nhưng barium này từ đâu mà có? Giáng sinh đã gần kề, bà vắt óc suy nghĩ về kết quả kì lạ đó. Bà

có một người cháu trai, Otto Fisch, đang làm việc cho Bohr ở Copenhagen, và bà biết anh chàng còn độc thân. Thế là bà viết thư hỏi anh chàng có muốn đến nghỉ Giáng sinh cùng bà không. Anh chàng hồi âm rằng anh rất hoan hỉ được nghỉ lễ chung với bà. Anh đang nghiên cứu một dự án thú vị liên quan đến tính chất từ của hạt nhân, và anh háo hức muốn kể cho nghe về dự án, vì bà có thể nêu cho anh một số đề xuất.⁸

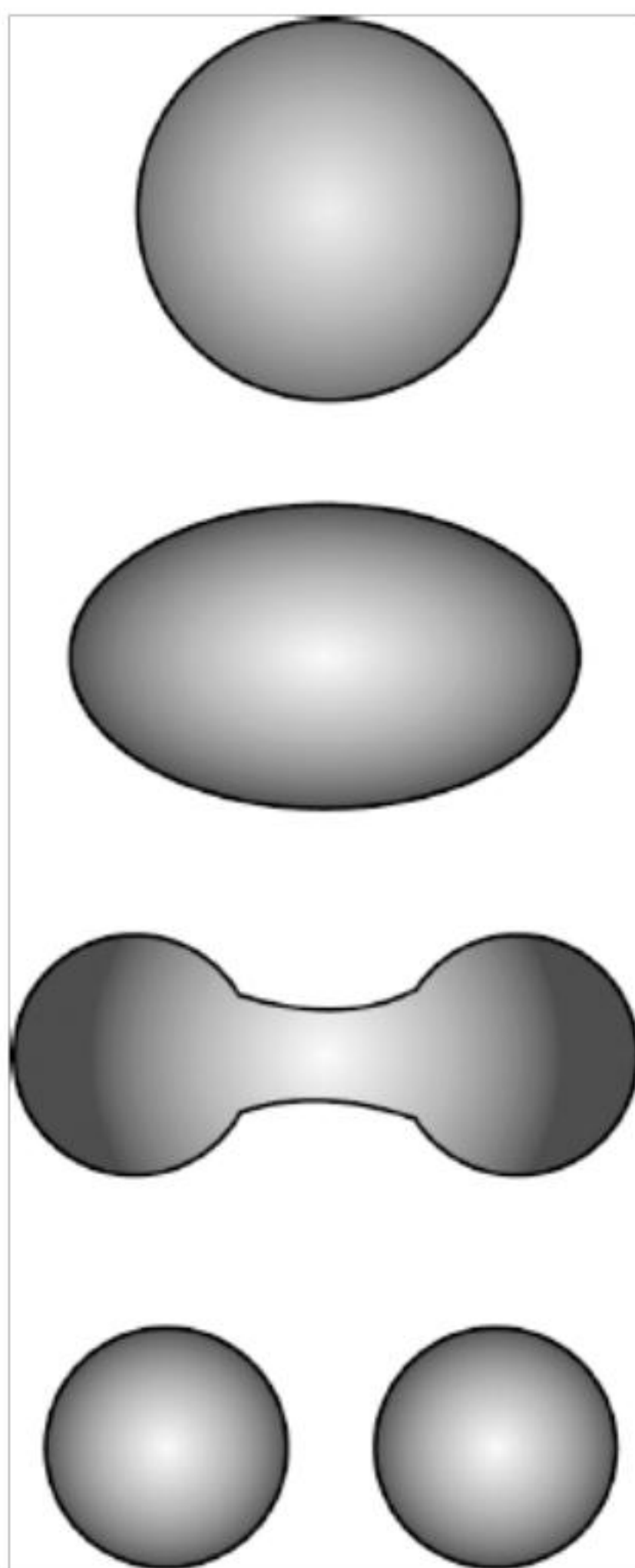
Tuy nhiên, anh chàng có chút thất vọng khi gặp bà. Bà lập tức nói ngay về chuyện lá thư mà bà nhận được từ Hahn. Cuối cùng bà đưa nó cho anh đọc. Fisch đề xuất rằng kết quả lạ của thí nghiệm của Hahn có thể là một sai số do nhiễm bẩn, nhưng bà cãi rằng Hahn là nhà hóa học giỏi làm gì cho phép xảy ra chuyện như vậy. Họ trao đổi khá lâu với nhau về nó.

Nói chung, chỉ những hạt nhỏ như electron, neutron, và hạt alpha mới được quan sát thấy trong phản ứng hạt nhân. Một hạt nhân nặng hơn hoặc nhẹ hơn một chút có thể được tạo ra, song dường như chẳng có cách nào cho một hạt nhân bằng một nửa trọng lượng nguyên tử của uranium được tạo ra cả. Cách duy nhất để nó được tạo ra là giả sử bằng cách nào đó hạt nhân uranium vỡ làm hai nửa. Nhưng điều đó là không thể - năng lượng cần thiết cho hiện tượng như vậy phải vô cùng lớn, và các neutron đập vào hạt nhân chỉ có một năng lượng nhỏ thôi.

Frisch có mang theo đồ trượt tuyết và muốn đi chơi trượt tuyết khi qua Đức, vì thế họ khăn gói lên đường, Frisch lướt ván trượt còn Meitner đi bộ trên tuyết. Họ bắt đầu trao đổi về hai mô hình hạt nhân. Ernest Rutherford đề xuất nó là một quả cầu nhỏ, rắn chắc, còn Bohr mới nêu một mô hình mới và khác lúc ấy gây không ít tranh cãi. Ông đề xuất rằng hạt nhân thật ra tương đối mềm và dẻo - giống như một giọt nước.

Chẳng có cách nào trong mô hình Rutherford cho phép một hạt nhân chia tách làm đôi, mỗi hạt nhân mang một nửa kích cỡ của hạt nhân ban đầu. Tuy nhiên, mô hình của Bohr thì có thể. Họ dừng lại và ngồi xuống trên một cây đổ ở gần lối đi. Lise rút ra từ túi ra một tờ giấy và một cái bút chì. Họ vẽ

một hình của hạt nhân uranium, giả sử nó là một quả cầu. Điều gì sẽ xảy ra nếu một neutron đập vào nó? Nếu nó giống như một giọt nước, thì nó có thể thay đổi chút ít hình dạng; nó có thể trở nên thuôn dài ra. Meitner bắt đầu tính các lực tác dụng lên giọt đó. Lực cố kết giữ giọt chất lại, vì thế nếu cuối cùng nó bị vỡ ra, thì các lực này sẽ bị vượt qua. Và lực cố kết đó liên hệ với lực căng bề mặt của giọt chất. Lực có thể thắng được nó phải có nguồn gốc từ điện tích của hạt nhân. Và quả vậy, hạt nhân uranium to lớn, không bền có khả năng sẽ chao đảo. Nếu thế, lúc đầu nó sẽ trở nên thuôn dài, nhưng khi tiếp tục dao động nó có thể bắt đầu náná một quả tạ, và nếu điều này xảy ra, thì hai khối lượng ở hai đầu quả tạ sẽ đẩy nhau ra do điện tích giống nhau của chúng.⁹



Một giọt chất lỏng chao đảo phân chia thành hai giọt nhỏ hơn.

Meitner tính năng lượng sẽ giải phóng nếu hiện tượng này xảy ra. Bà bất ngờ thấy rằng nó sẽ vào cỡ 200 triệu electron volt (một electron volt là năng lượng mà một electron thu được khi đi qua một hiệu điện thế 1 volt). Năng lượng này không lớn gì, nhưng khi nhân với số lượng hạt nhân chia tách, thì con số sẽ là rất lớn. Thế năng lượng này từ đâu mà có? Meitner lập tức nghĩ tới một bài giảng bà từng tham dự hồi nhiều năm trước tại đó Einstein có đưa ra một công thức liên hệ khối lượng và năng lượng. Bà cộng khối lượng của hai hạt nhân sản phẩm và so sánh tổng đó với khối lượng uranium. Rồi bà dùng công thức Einstein biến đổi hiệu khối lượng đó thành năng lượng. Thật bất ngờ, kết quả đúng như vậy: 200 triệu electron volt. Đây rõ ràng không phải sự trùng hợp ngẫu nhiên. Hạt nhân uranium chia tách làm đôi – một khám phá thú vị biết mấy nếu nó thật sự xảy ra. Họ quyết định công bố các kết quả của mình càng sớm càng tốt.

Frisch hồi hải trở về Copenhagen. Anh đứng ngồi không yên chờ kể cho Bohr nghe. Nhưng Bohr đang chuẩn bị cho một chuyến đi Mỹ và không có nhiều thời giờ với anh. Tuy vậy, ông rất vui trước tin tức ấy, và ông khích lệ Frisch và Meitner công bố càng sớm càng tốt. Frisch bắt tay vào viết bài báo, nhưng anh bị vướng phải vấn đề làm sao mô tả sự phân chia đó. Một người bạn lưu ý rằng nó khá giống với việc chia tách một tế bào đơn giản trong sinh học, và quá trình ấy được gọi là “phân đôi”. Tên gọi “phân hạch” lập tức lóe lên trong đầu, và anh dùng cụm từ này trong bài báo. Nó được xuất bản sau đó năm tuần trên tạp chí khoa học *Nature*.

Lúc ấy, Hahn đã công bố kết quả của ông, nhưng Meitner chưa nói với ông về cách giải thích do bà và Frisch phát triển, thành ra trong bài báo của ông không hề nhắc tới sự phân hạch. Thật ra, Meitner có lưỡng lự một chút trước khi bà kể với Hahn. Bà muốn chắc ăn rằng bài báo của bà và Frisch được công bố trước. Tuy nhiên, trong câu chuyện này lại có một chút mỉa mai. Hahn được trao Giải Nobel năm 1944 cho khám phá sự phân hạch, không hề nhắc tới Meitner, mặc dù bà chính là người lý giải kết quả của ông là sự phân hạch.

PHẢN ỨNG DÂY CHUYỀN

Bohr khó dồn nén cảm xúc hứng khởi trước khám phá mới khi ông giông bão sang Mỹ. Cùng với người cộng sự Leon Rosen, ông cố vạch ra các chi tiết của hiện tượng xảy ra trong sự phân chia của hạt nhân uranium. Rõ ràng có một năng lượng rất lớn sẽ được giải phóng. Vậy có thể dùng nó chế tạo bom hay không? Ông hứa với Frisch rằng ông sẽ không nhắc tới khám phá ấy cho đến khi Frisch và Meitner công bố các kết quả của họ, nhưng ông quên nhắc chuyện này với Rosen.

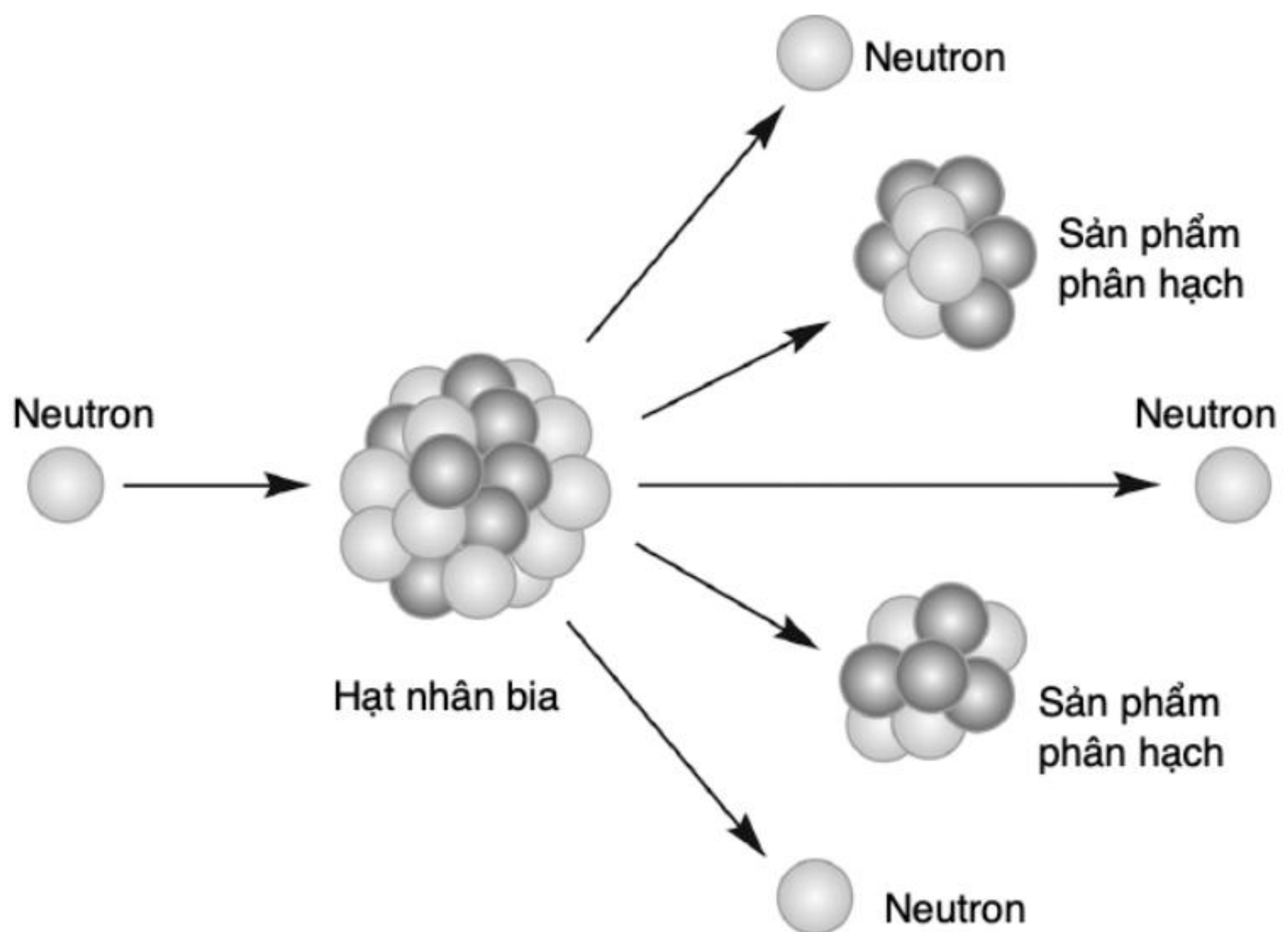
Bohr, Rosen và nhóm của họ đến New York gặp Fermi, vợ Fermi, và John Wheeler, một học trò cũ của Bohr. Bohr chẳng nói gì về khám phá ấy, nhưng trong một thời gian ngắn ông phát hiện rằng hình như mọi người ai cũng biết tới nó. Thế rồi ông nhận ra mình đã quên dặn Rosen giữ bí mật. Bí mật đã bị bật mí, thành ra ông quyết định đưa ra công bố tại một hội nghị ở Washington về vật lý lý thuyết mà ông sẽ tham dự trong vòng vài ngày. Nhiều nhà vật lý hàng đầu thế giới có mặt tại cuộc họp đó, bao gồm Hans Bethe, Edward Teller, George Gamow, Harold Urey, Isidor Isaac Rabi, Otto Stern, và Gregory Breit. Đúng như kì vọng, mọi người đều sửng sốt khi tin tức được công bố, nhất là sau khi Bohr đề cập chuyện sử dụng sự phân hạch có thể chế tạo một loại siêu bom.

Khi Fermi nghe tới khám phá ấy, ông có những cảm xúc lẫn lộn; ông nhận thấy bản thân mình lẽ ra đã tiến rất gần đến khám phá ấy, và ông thấy bức mình. Nhưng đồng thời ông nhận ra rằng đó là một khám phá bước ngoặt, và điều quan trọng là đuổi theo nó càng nhanh càng tốt. Ông lập tức bố trí một thí nghiệm đơn giản tại Đại học Columbia để xác thực kết quả, và ông hài lòng thấy nó rất rõ ràng: hạt nhân uranium quả thật phân chia.

Mọi người đều bàn tán về khám phá mới ấy, và khi Bohr, Wheeler, Fermi và Leo Szilard gặp nhau ăn tối sau hội nghị một ngày họ vẫn tiếp tục không ngớt xoay quanh các ý tưởng liên quan đến khám phá ấy. Một trong những ý tưởng thú vị nhất trong số này là ý tưởng mà Bohr tình cờ nhắc đến

trong cuộc họp. Ông nói rằng nếu hạt nhân uranium tách làm đôi, để lại hai hạt nhân nặng hơn, thì phải còn sót một số neutron nữa, nhưng không ông chắc có bao nhiêu neutron. Tuy vậy, nếu có hai hoặc nhiều neutron giải phóng khỏi phản ứng, thì mỗi neutron có thể gây ra một phân hạch mới. Hơn nữa, nó có chút giống với câu chuyện xưa kể về một người chủ trả công cho một người làm thuê mới một cent cho ngày thứ nhất, sau đó tăng gấp đôi tiền công sau mỗi ngày tiếp theo. Sau khi phản đối, người làm thuê mới nhận ra rằng anh ta sẽ thành triệu phú trong vòng một tháng. Tóm lại, theo cách đó chẳng mất bao nhiêu lần nhân đôi để một con số nhỏ trở thành khổng lồ. Và vì mỗi phân hạch mới sẽ xảy ra trong một phần hết sức nhỏ của một giây, nên một lượng năng lượng lớn khủng khiếp sẽ được giải phóng rất nhanh.¹⁰

Khả năng ấy kích thích đến mức Bohr hỏi Wheeler chứ anh có muốn đến làm việc hợp tác với ông để xem những gì là có thể hay không, và Wheeler đồng ý. Nhưng họ sớm nhận thấy rằng họ sẽ cần một số kết quả thực nghiệm nữa, vì thế một thí nghiệm được bố trí tại Đại học Princeton để tính xem tốc độ phân hạch bị ảnh hưởng như thế nào bởi tốc độ hay năng lượng của các neutron đến, hay bắn phá. Đặc biệt, họ muốn làm rõ xem có khác biệt gì không giữa neutron chậm và neutron nhanh. Họ bắt đầu bắn phá uranium bằng các neutron năng lượng cực cao, và, đúng như trông đợi, năng lượng neutron càng cao thì tốc độ phân hạch càng lớn. Song họ còn thu được một kết quả ngoài trông đợi: ở những năng lượng neutron rất thấp, tốc độ phân hạch cũng tăng lên. Tóm lại, tốc độ phân hạch là cao đối với neutron chậm và cũng cao đối với neutron rất nhanh. Điều này trông có chút quái dị. Bohr và Wheeler nghĩ mãi về nó. Nguyên nhân hẳn phải liên quan đến uranium mà họ đang sử dụng, đó là uranium thiên nhiên lấy từ lòng đất.



Sự phân hạch tạo ra phản ứng dây chuyền

Để hiểu được điều này quan trọng như thế nào, ta phải trở lại với các nguyên tố và nhìn kĩ hơn vào cách cấu tạo của chúng. Như ta đã thấy ở phần trước, các nguyên tố có một số lượng nhất định proton và neutron trong hạt nhân của chúng (ta sẽ bỏ qua các electron, vì chúng không liên quan gì trong phần thảo luận này). Hơn nữa, mỗi nguyên tố được nhận ra bởi số khối A (liên hệ mật thiết với trọng lượng nguyên tử), và số nguyên tử (Z). Số khối bằng số proton cộng số neutron, còn Z là số proton trong hạt nhân, và chính số proton trong hạt nhân xác định duy nhất một nguyên tố. Ví dụ, hạt nhân carbon có sáu proton, song nó có thể chứa bảy hoặc tám neutron. Sự khác biệt số lượng neutron như vậy không biến nó thành một nguyên tố mới; thay vậy, số lượng neutron khác nhau định danh các đồng vị khác nhau của cùng một nguyên tố. Và, như vớ vẩn, uranium cũng có hai đồng vị khác nhau về số lượng neutron mà chúng chứa. Chúng được gọi là U-238 và U-235. Uranium thiên nhiên là một hỗn hợp gồm hai đồng vị này.

Khi Bohr và Wheeler nhìn kĩ vào các kết quả của thí nghiệm Princeton, họ nhận thấy rằng sự tăng đột ngột số phản ứng phân hạch khi bắn phá neutron chậm là do bởi U-235. Số phản ứng tăng lên với neutron nhanh chủ yếu là do U-238. Điều này có nghĩa là phân hạch U-235 tiêu hao ít năng lượng hơn phân hạch U-238. Như vậy, U-235 sẽ thích hợp hơn để làm bom, đặc biệt do bởi các neutron thứ cấp là rất chậm. Vấn đề là uranium thiên nhiên gồm hầu như đa số là U-238; chỉ 0,7 phần trăm uranium thiên nhiên là U-235. Và tình hình còn tệ hơn, do chúng có hóa tính giống nhau, nên chẳng có quá trình hóa học nào có thể tách U-235 ra khỏi U-238. Người ta sẽ phải dùng đến một số quá trình vật lí nào đó, ví dụ như khuếch tán, nhưng nhiệm vụ này sẽ khó thực hiện.

Mặc dù lúc ấy họ không nhận ra, nhưng những người khác cũng đã suy nghĩ theo hướng tương tự. Irene Joliot-Curie cùng chồng bà, Frederic, ở Paris, cũng nhận thấy có khả năng làm bom. Hơn nữa, Otto Hahn, vẫn đang ở nước Đức Quốc xã, chẳng mấy chốc cũng đi tới kết luận giống vậy. Ngoài ra, Werner Heisenberg, một trong những nhà vật lí lỗi lạc và nổi tiếng nhất thế giới, cũng ở Đức, cùng với số ít nhà vật lí danh tiếng thế giới khác. Một người đặc biệt lo lắng trước khả năng chế tạo bom của sự phân hạch là Leo Szilard.

THƯ GỬI ROOSEVELT

Leo Szilard đã bỏ Đức sang Mỹ từ vài năm trước. Ông là người Do Thái, và khi Hitler lên nắm quyền ông biết số ngày ông ở lại Đức chỉ còn đếm lùi mà thôi. Năm 1933, ông đi sang Anh, sau đó đi tiếp sang Mỹ. Thật hay, khoảng thời gian này ông bắt đầu nghĩ tới khả năng có một quả siêu bom. Ông tâm sự với Fermi về lo lắng này, nhưng Fermi không mấy quan tâm; lúc này, Fermi chưa bị thuyết phục rằng có thể chế tạo bom. Thất vọng trước phản ứng của Fermi, Szilard quyết định tự mình làm cái gì đó.¹¹ Ông biết rằng một trong những quặng trầm tích uranium lớn nhất được biết trên thế giới là ở Congo thuộc Bỉ. Và ngay khi các nhà khoa học Đức nhận ra uranium quan trọng như thế nào,

họ sẽ hối hả mua uranium càng nhiều càng tốt. Szilard phải ngăn chặn họ. Ông nhớ rằng Einstein là một người bạn của nữ hoàng Bỉ. Ông lập tức gọi điện thoại cho Einstein, lúc này đang ở Viện Nghiên cứu Cao cấp Princeton, nhưng người ta trả lời ông rằng Einstein đang đi nghỉ hè ở Long Island.

Szilard xin địa chỉ của Einstein, nhưng ông lại gặp khó. Ông chưa từng học lái xe bao giờ, thế là ông phải rủ thêm ông bạn Isidor Isaac Rabi lái xe cùng ông. Sau một ít rắc rối, cuối cùng họ cũng tới nơi và được Einstein chào đón. Szilard thông báo tin tức với Einstein, và Einstein thấy bất ngờ; ông chẳng nghe nói gì về những khám phá mới ấy, nhưng ông lập tức tỏ mối bận tâm. Ông biết rằng nếu người Đức chế tạo được quả bom như thế thì có khả năng họ sẽ dùng nó, và điều đó khiến ông lo lắng. Szilard nói với ông chuyện quặng uranium ở Congo thuộc Bỉ và đề nghị ông viết thư cho Elizabeth, nữ hoàng Bỉ. Einstein không muốn phiền đến bà, thế là ông viết một bức thư gửi đến một người bạn trong nội các Bỉ.

Họ trao đổi về những gì họ có thể làm. Một bức thư gửi Nhà Trắng được đề xuất. Tuy nhiên, Szilard biết rằng một bức thư do ông ký tên sẽ bị bỏ xó trong khi một bức thư từ phía Einstein sẽ được xem xét nghiêm túc. Einstein đồng ý ký một bức thư do Szilard viết. Vấn đề tiếp theo là gửi thư cho Roosevelt; nó phải được trao trực tiếp cho ông để tránh mọi chuyện can thiệp. Szilard nhớ tới một người quen tên là Alexander Sachs, người thỉnh thoảng đến thăm Roosevelt. Szilard trao bức thư cho ông vào ngày 15 tháng Tám 1939, và Sachs đồng ý trao thư.

Tuy nhiên, lúc này nước Đức đang bên bờ vực tấn công Ba Lan, và Roosevelt đặc biệt bận rộn. Sachs đã vài lần cố gắng nhưng vẫn chưa được chấp thuận. Cuối cùng ông thành công vào tháng Mười 1939. Roosevelt đồng ý cần có hành động, và ông cho thành lập ủy ban cố vấn về uranium. Ủy ban có cuộc họp đầu tiên vào ngày 21 tháng Mười, tại đó sáu nghìn đô la đã được giải ngân để tiến hành các thí nghiệm về neutron. Szilard thấy thất vọng trước số tiền còm cõi ấy, nhưng chí ít đó cũng là một bước đầu tiên.

Tuy nhiên, có một số vấn đề phải vượt qua, trước khi họ có thể chế tạo bom. Trước hết, uranium phải được lọc sạch. Vào lúc ấy, uranium chẳng có công dụng gì được biết và có rất ít được khai thác, và lượng ít ỏi được sản xuất đó không được tinh khiết. Hơn nữa, Bohr và Fermi đã chỉ ra rằng chính U-235 mới đáng quan tâm, và chỉ có một lượng nhỏ U-235 trong uranium thiên nhiên. Phải tách riêng U-235 ra. Và có lẽ đáng quan tâm hơn hết thảy là phải chế tạo một dụng cụ làm chậm quá trình phân hạch sao cho điều khiển được nó. Cần có một dụng cụ như vậy để xác định có thể làm được bom hay không. Cuối cùng dụng cụ này được gọi là lò phản ứng hạt nhân. Và với một phản ứng có kiểm soát, người ta cần chất điều tiết (một vật liệu sẽ hấp thu một phần neutron sản sinh bởi phản ứng). Được biết có hai chất điều tiết: nước nặng và graphite. Nước nặng thì đắt tiền, vì thế graphite có vẻ là lựa chọn tốt hơn.

CHIẾN TRANH BÙNG NỔ

Tháng Chín 1939, Đức xâm lược Ba Lan và Thế chiến II bùng nổ. Do các chính sách của Hitler chống người Do Thái, nên nhiều người Do Thái chạy trốn khỏi Đức, trong đó có Albert Einstein và các nhà vật lý hàng đầu khác. Còn Werner Heisenberg, người vừa giành Giải thưởng Nobel, không phải người Do Thái, nên ông chẳng quan tâm chuyện rời đi. Ông được mời đảm đương vị trí tại một số trường đại học lớn ở Mỹ, nhưng ông đều từ chối. Là một người Đức, ông cảm thấy phải có bổn phận phụng sự tổ quốc khi cần. Và quả vậy, vào lúc chiến tranh nổ ra, chính quyền Quốc xã cũng nghe tới nói khả năng chế một quả siêu bom. Thật vậy, một nhóm nhà khoa học hàng đầu của Đức (số ít người chưa rời đi) đã được tuyển mộ vào nghiên cứu phân hạch uranium. Nhóm có tên gọi là *Uranverein* (Hội Uranium), và một trong những thành viên nổi bật là Otto Hahn, người đã khám phá sự phân hạch.¹² Các thành viên Uranverein thoát đầu miễn cưỡng mời Werner Heisenberg do ông là nhà lý thuyết, và việc chế tạo bom đòi hỏi các nhà thực nghiệm. Hơn nữa, ông kết bạn với nhiều nhà khoa học Do Thái, trong đó có Einstein, vì thế họ không muốn có thêm ông. Thật hay, Hahn là một thành viên bất đắc dĩ khác của nhóm, và cuối

cùng ông hầu như chẳng có đóng góp gì cho nó. Ông liên tục nêu ý kiến phản bác dự án, cam đoan rằng sẽ không bao giờ làm được bom. Cuối cùng Uranverein quyết định mời Heisenberg vào nhóm vào cuối tháng Chín 1939 nhằm giúp giải quyết những vấn đề có vẻ như không vượt qua được. Chẳng mấy chốc, Heisenberg trở thành thủ lĩnh nhóm.

Heisenberg nhận ra rằng bước đầu tiên phải làm là chế tạo một lò phản ứng hạt nhân: một quả bom được làm chậm. Và chất điều tiết tốt nhất là nước nặng, hay deuterium. Nhưng deuterium không có nhiều ở Đức; tuy nhiên, nó được sản xuất trong một nhà máy ở Vemork, Na Uy. Đức vẫn chưa xâm chiếm Na Uy, thành ra nhóm phải mua deuterium để dùng. Nhà máy Vemork đặt cao trên các vịnh hẹp ở vùng sâu của Na Uy, cách Oslo khoảng 150 dặm.

Người Đức đến gặp chủ nhà máy Vemork và đề nghị mua hết toàn bộ nước nặng sẵn có của nhà máy. Người Na Uy thấy bất ngờ trước đề nghị đó và tự hỏi tại sao người Đức cần nhiều đến thế. Khi họ không được cung cấp câu trả lời, họ từ chối bán. Đồng thời khi ấy, gia đình Joliot-Curie ở Paris đi tới kết luận giống như người Mỹ và người Đức. Để có bom, cần có lò phản ứng, và lò phản ứng cần nước nặng làm chất điều tiết. Do đó, chính phủ Pháp cử đại diện đến Vemork, và khi ông này nói với các viên chức Na Uy họ cần nước nặng để làm gì, họ hứa cung ứng cho ông toàn bộ không lấy tiền.

Sau đó, vào tháng Tư 1940, Đức xâm lược Na Uy, làm thay đổi cục diện. Quân đội Đức tức tốc đánh chiếm nhà máy và thất vọng thấy rằng toàn bộ nước nặng đã chở hết sang Pháp. Vì thế, người Đức lập tức hạ lệnh tăng tốc sản xuất và nhấn mạnh rằng toàn bộ lượng sản xuất ra phải chở sang Berlin.

Vào đầu tháng Sáu 1940, Đức cũng xâm lược Pháp, và khi Paris thất thủ vào ngày 14 tháng Sáu, các nhà vật lý Uranverein lập tức đến phòng thí nghiệm Joliot-Curie, mong tìm thấy nước nặng và uranium. Joliot-Curie quả quyết rằng toàn bộ đã được cho lên một con tàu và con tàu bị đắm, và người Đức chấp nhận câu trả lời đó. Thật ra, vật tư đã được chở sang Anh.

Lúc này, người Đức đã có sự tiến bộ đáng kể. Một trong các thành viên nhóm Uranverein tính được rằng uranium phải được làm giàu để nó chứa U-235 nhiều hơn U-238 70 phần trăm thì mới dùng được trong phản ứng. Họ còn tìm thấy rằng khi U-238 bắt giữ một neutron nó tạo ra U-239, đồng vị này không bền và phân rã phóng xạ trong hai mươi ba phút. Nguyên tố mới, vẫn chưa được đặt tên, có thể phân hạch theo Carl Friedrich von Weizsäcker, một trong các thành viên nhóm. Điều này có nghĩa là nếu họ có thể chế tạo một lò phản ứng thì họ có thể sẽ có cách tạo ra một nguyên tố khác nữa có thể dùng làm bom.

Mùa hè năm 1940, một tòa nhà mới tại Viện Kaiser Wilhelm ở Berlin được giao cho nhóm Uranverein sử dụng. Nó nằm liền kề Viện Vật lý và gọi là Nhà Virus. Nước Đức lúc này đã có nguồn cung uranium dồi dào, nước nặng dư dật, và một vài phát triển quan trọng từ phòng thí nghiệm Joliot-Curie. Thế nhưng các thành viên Uranverein sớm vướng phải khó khăn của việc tách U-235 ra khỏi uranium thiên nhiên.

TRONG KHI ĐÓ Ở NƯỚC ANH

Trong khi đó, Otto Frisch vẫn chưa yên vị; ông di cư sang Anh và lúc này làm việc với Rudolf Peierls tại Đại học Birmingham. Peierls trước đó làm việc cho Fermi tại Đại học Rome. Frisch và Peierls hợp tác nghiên cứu vấn đề cần bao nhiêu U-235 cho một quả bom. Vấn đề này về sau gọi là kích cỡ tới hạn. Trước sự bất ngờ của họ, các tính toán của họ cho thấy sẽ cần một lượng rất lớn. Dẫu thế, công trình của họ chứng minh rằng một quả bom thật sự là có thể. Quả vậy, họ kết luận trong báo cáo của họ rằng những gì cần thiết là hai mảnh U-235 nhỏ hơn kích cỡ tới hạn. Khi hai mảnh được ép lại với nhau, chúng sẽ lập tức phát nổ, nhưng chúng có thể được chuyên chở an toàn miễn là chúng dưới kích cỡ tới hạn. Do bởi công trình của họ, giới chức Anh quyết định thành lập một tổ chức gọi là Ủy ban MAUD nghiên cứu nguyên tử vào đầu năm 1941. Không ai dám chắc tên gọi ấy có gốc gác từ đâu. Nó không phải tên

viết tắt, và hình như nó xuất xứ từ một lá thư do Meitner gửi cho một người bạn Anh. Kết thư bà kí tên là Maud, và trong phút chốc người ta từng nghĩ đó là một kiểu mật mã nào đó. Hóa ra thì chẳng phải.

Vào tháng Bảy 1941, Ủy ban MAUD đưa ra hai báo cáo.¹³ Báo cáo thứ nhất nói rằng họ đã xác định được có thể chế tạo một quả bom vào lúc này, sử dụng xấp xỉ hai mươi lăm pound uranium đã làm giàu, và nó có tác dụng hủy diệt bằng một nghìn tám trăm tấn TNT. Báo cáo khuyến nghị rằng nên lập tức triển khai công việc và nên tiến hành hợp tác với người Mỹ. Lúc ấy, nước Mỹ có nhiều tài nguyên hơn Anh để chế tạo một quả bom như thế. Ngoài ra, một ủy ban mới mang mật danh Tube Alloys được thành lập chung với Canada nhằm tiếp tục phát triển vũ khí hạt nhân.

Tháng Sáu 1940, báo cáo MAUD được gửi đến Vannevar Bush, người đứng đầu Ủy ban Nghiên cứu Quốc phòng ở Mỹ. Các kết quả được báo cáo lên Roosevelt, và đã có nhiều bàn luận về khả năng chế tạo bom, nhưng ít có hành động.

Cuối cùng, vào tháng Tám 1941, Mark Oliphant, một trong các lãnh đạo của Ủy ban MAUD, quyết định bay sang Mỹ xem rốt cuộc vấn đề là gì. Trước sự nản lòng của ông, ông thấy Bush chẳng làm gì nhiều với bản báo cáo; nó được xếp xó yên vị. Ông lập tức đi gặp một vài thành viên của Ủy ban Uranium Hoa Kỳ và nhấn mạnh tầm quan trọng của hành động. Ông đi gặp Ernest Lawrence vào ngày 21 tháng Chín, và họ sớm tiếp nhận thêm Robert Oppenheimer, ông này cảm thấy bất ngờ trước những gì nước Anh đạt được liên quan đến bom.

Cả Oppenheimer và Lawrence lúc này đều mắc mứu tham gia. Họ liên lạc với Arthur Compton thuộc Đại học Chicago, và ủy ban đánh giá lập tức được thành lập. Vẫn còn một số hoài nghi về U-235, nhưng trong khi đó Glenn Seaborg thuộc Đại học California đã tạo ra được nguyên tố 94 (ngày nay gọi là plutonium). Và vào ngày 18 tháng Năm, họ chỉ ra được rằng nó có tốc độ phân hạch gần gấp đôi so với U-235. Do đó, nó cũng là một vật liệu thích hợp để làm

bom nguyên tử. Đây là tin tốt lành. Nếu có thể xây dựng một lò phản ứng, thì nguyên tố mới này có thể được sản xuất tương đối dễ dàng.

Trong khi đó, Ủy ban MAUD đã gửi thêm các báo cáo đến Mỹ. Báo cáo thứ hai và thứ ba đến vào cuối tháng Mười 1941, và chúng khẩn thiết hơn nhiều. Báo cáo cho biết một khối lượng chừng mười hai kilogam là đủ cho kích cỡ tới hạn.

Sau đó, vào ngày 7 tháng Mười Hai 1941, máy bay cất cánh từ một số tàu sân bay của Nhật đã ném bom hạm đội Mỹ ở Trân Châu Cảng. Ngày hôm sau Roosevelt tuyên chiến với Nhật, và chẳng mấy chốc nước Mỹ cũng tuyên chiến với Đức và Italy.

HEISENBERG VÀ BOHR

Vào tháng Mười Hai 1940, Heisenberg và đội của ông đã xây được lò phản ứng đầu tiên của họ. Đó là một dụng cụ tương đối đơn giản nhưng không kích hoạt được một phản ứng dây chuyền. Nhưng các thí nghiệm tương tự khác đang diễn ra ở Heidelberg và Leipzig. Thí nghiệm ở Leipzig dùng sáp paraffin làm chất điều tiết, còn thí nghiệm ở Heidelberg dùng nước nặng. Cả hai thí nghiệm lại thất bại. Vấn đề có vẻ do uranium; nó chưa được làm giàu U-235 đủ mức. Lúc này người Đức biết rằng nếu nguyên tố 94 có thể được sản xuất trong lò phản ứng, thì nó cũng là vật liệu tuyệt vời để làm bom. Vì thế đã có thêm nhiều khích lệ tăng tốc dự án, và để làm vậy họ cần thêm nước nặng. Hơn nữa, lúc này họ bắt đầu lo ngại về sự tiến triển ở Anh và Mỹ. Heisenberg tin chắc rằng nhóm của ông đã dẫn xa trước họ, nhưng ông phải biết cho chắc.¹⁴

Đan Mạch bị Đức xâm chiếm vào tháng Tư 1940, song Bohr vẫn quyết định ở lại Viện Vật lý Lý thuyết của ông ở Copenhagen. Ông là hậu duệ Do Thái, nhưng chính phủ Đan Mạch thỏa thuận với Đức không làm hại người Do Thái ở Đan Mạch, đó là một trong các điều kiện đầu hàng. Bohr sẽ biết những gì đang diễn ra liên quan đến các dự án Anh và Mỹ, nhưng làm sao để Heisenberg nói chuyện với ông bây giờ? Cả hai người đều bị giám sát chặt chẽ.

Khi người Đức tiếp quản Đan Mạch, họ lập một viện văn hóa Đức ở Copenhagen. Một đề xuất được gửi đến văn phòng ngoại giao Đức nhờ sắp xếp một hội nghị về vật lý lý thuyết và mời cả Heisenberg và Bohr. Hội nghị được tổ chức vào giữa tháng Chín 1941. Heisenberg háo hức muốn nói chuyện với Bohr, song ông lo lắng không biết Bohr sẽ phản ứng thế nào. Ông từng làm việc với Bohr và chơi thân với ông ta trong nhiều năm, nhưng bây giờ mọi thứ không còn như xưa nữa. Về phần mình, Bohr chẳng màng lắm chuyện tham dự hội nghị, và ông tẩy chay phần lớn nội dung hội nghị. Tuy nhiên, ông tò mò muốn biết người Đức đã triển khai tới đâu trong việc phát triển bom nguyên tử, và ông biết Heisenberg là một phần của chương trình đó.

Heisenberg đến thăm viện của Bohr và ăn trưa với ông hai lần. Tuy nhiên, Bohr nhanh chóng khiến Heisenberg chán ngấy. Ông nói với Bohr rằng điều quan trọng là nước Đức thắng cuộc chiến, vì như vậy sẽ giúp phát triển Đông Âu. Bohr không thể nói gì thêm. Trong lần gặp thứ hai, Bohr hỏi về bom nguyên tử của người Đức và tiến độ nghiên cứu. Heisenberg biết Gestapo, cảnh sát chìm của Đức Quốc xã, đang giám sát nhất cử nhất động của ông, nên ông đề nghị họ nói sang nghiên cứu của Bohr.

Điều rõ ràng đối với Bohr là Heisenberg đang làm gì đó có khả năng giúp nước Đức phát triển bom. Đây là một cú sốc đối với Bohr. Heisenberg tiếp tục vẽ một hình phác thảo đưa cho Bohr. Bohr nghĩ đó là hình vẽ một quả bom nguyên tử, và ông đẩy trả lại. Như chuyện vỡ lẽ, đó thật ra là hình phác thảo một lò phản ứng. Sau đó Heisenberg bắt đầu thăm dò ông về tiến độ của người Anh và người Mỹ. Bohr lập tức nghi ngờ rằng Heisenberg đang cố thăm dò các bí mật. Bohr nói ít, và cuộc gặp đó, nói chung, là một thảm họa cho cả đôi bên.

DỰ ÁN MANHATTAN

Vào ngày 9 tháng Mười 1941, Roosevelt cấp ưu tiên cho phát triển bom nguyên tử, và vào ngày 6 tháng Mười Hai, ngày trước sự kiện ném bom Trân

Châu Cảng, ông cho thành lập cái sau này trở nên nổi tiếng là Dự án Manhattan. Nhiều dự án đa dạng được thiết lập trong các phòng thí nghiệm trên khắp nước Mỹ, nhưng ít có sự phối hợp, và nhiều người tham gia bắt đầu nản chí với tiến độ ấy. Phải làm cái gì đó mới được.

Vannevar Bush, giám đốc Phòng Nghiên cứu và Phát triển Khoa học, đề xuất rằng nên có một cá nhân phụ trách và toàn bộ dự án nên đặt dưới sự chỉ đạo của Quân đoàn Kỹ sư. Đối với nhiều nhà khoa học, đây là tin không hay chút nào. Họ không thích ý tưởng bị chỉ huy bởi các sĩ quan quân đội. Bush chọn Leslie Groves, một đại tá nghiêm khắc có kinh nghiệm đáng nể trong việc điều hành các dự án xây dựng quân sự, làm giám đốc Dự án Manhattan. Thoạt đầu, Groves không hài lòng về dự án.¹⁵ Ông chẳng biết bao nhiêu về vật lý học và không tin lắm rằng một quả bom như thế sẽ hoạt động được. Hơn nữa, ông không thân thiện với những người đặt dưới quyền chỉ huy của ông do cách làm việc cộc lốc của ông, nhưng mọi người phải thừa nhận rằng ông điều hành suôn sẻ. Và, như chuyện vỡ lẽ, ông là người lý tưởng cho nhiệm vụ đó.

Trong vòng vài tuần sau khi nhận nhiệm vụ mới, lúc này ông được đề bạt lên hàm thiếu tướng, Groves thực hiện một chuyến công du các cơ sở nghiên cứu trên khắp nước tham gia vào dự án. Ông đến Đại học Columbia và nói chuyện với Harold Urey, người đang tham gia nỗ lực tách U-235 ra khỏi uranium thiên nhiên, rồi ông đến Đại học Chicago gặp Fermi. Fermi lúc này đang tham gia xây dựng lò phản ứng đầu tiên. Sau đó ông đến Đại học California ở Berkeley, tại đó ông gặp Lawrence, người đang xây dựng một máy gia tốc hạt cỡ lớn gọi là cyclotron. Ông thấy ấn tượng trước một số thứ ông nhìn thấy nhưng lại thấy nản trước một số bộ phận khác của dự án. Vấn đề cơ bản là hình như chẳng có sự tổ chức hay hợp tác thật sự nào cả, và chẳng thấy sự khẩn trương ở đâu cả.

Tại Berkeley ông trao đổi với Robert Oppenheimer, và hầu như kể từ thời khắc gặp ông ta, ông cảm thấy thật ấn tượng. Oppenheimer nắm được tổng thể những gì cần thiết để đạt tới việc chế tạo bom, và ông hết sức tin

tưởng vào khả năng có thể làm được. Nhiệt huyết và lòng tin của ông ta lây cả sang Groves. Groves vốn nghĩ rằng ông sẽ chọn Lawrence làm giám đốc khoa học của dự án, nhưng sau khi gặp Oppenheimer ông đã thay đổi ý định. Bấy giờ ông chắc chắn rằng Oppenheimer là người ông cần, và ông đề xuất Oppenheimer tại cuộc họp ngay sau đó của Ủy quan Chính sách Quân đội.¹⁶ Tuy nhiên, sau một vài lần thẩm tra Oppenheimer, lại có trục trặc. Mọi người tán thành rằng ông là một nhà khoa học hàng đầu, nhưng ông không có kinh nghiệm lãnh đạo người khác. Ngoài ra, một kiểm tra của Cục Điều tra Liên bang cho biết Oppenheimer có thể là một mối nguy an ninh, vì một số bạn bè thân cận của ông, bao gồm cả anh trai ông, có dính líu với Đảng Cộng sản. FBI bảo Groves hãy tìm người khác. Groves quay về và điều tra tiếp các khả năng khác, nhưng ông lại càng bị thuyết phục hơn rằng Oppenheimer là người tốt nhất cho nhiệm vụ đó. Một cách kiên quyết, ông tái đề cử Oppenheimer, và sau một số tranh luận, cuối cùng Oppenheimer được chấp thuận.

Groves bắt đầu bàn bạc với Oppenheimer về cách tiếp cận vấn đề. Oppenheimer đề xuất rằng nên gom hết các nhà khoa học vào chung một phòng thí nghiệm, hay một phức hợp nào đó, và, như chuyện vỡ lẽ, đây cũng chính là điều Groves đang nghĩ. Họ cần một chỗ tương đối cách li để cơ sở nghiên cứu không thu hút nhiều chú ý. Oppenheimer đã có nhiều quãng thời gian trong đời sống ở miền bắc New Mexico, và ông nghĩ nó có đủ các tiêu chuẩn cần thiết. Ông nhớ tới một nơi gần Jemez Springs, cách Santa Fe khoảng ba mươi dặm về phía bắc. Ông đã nghỉ dưỡng bệnh lao ở đó vào hè năm 1928. Nó có vẻ là một nơi lí tưởng. Có một trường học gọi là Trường Chăn nuôi Los Alamos được thành lập ở đó nhưng lúc ấy đang bên bờ vực phá sản. Groves đến khu vực ấy và tán thành với Oppenheimer. Ông lập tức mua lại ngôi trường và khu vực xung quanh.

Tuy nhiên, thoát đầu dự án không diễn ra đúng lộ trình. Oppenheimer nghĩ một nhóm chừng ba mươi nhà khoa học là đủ, và ông đảm bảo sẽ không có vấn đề gì trong việc chỉ đạo họ. Gần như tức thời, Oppenheimer và Lawrence lùng sục khắp nước tìm kiếm các nhà khoa học giỏi nhất mang đến

địa điểm mới. Một số người miễn cưỡng phải đi, không chắc lắm liệu họ có chịu được tình trạng xa xôi cách trở, cô lập, và bí mật mà dự án yêu cầu hay không. Hơn nữa, quân đội điều hành mọi thứ, đặc biệt sẽ phải xây dựng một thị trấn tại địa điểm mới và các phòng thí nghiệm nữa. Một số người khác cảm thấy phiền hà vì Groves muốn chia họ thành đội. Tóm lại, ông muốn mỗi nhóm biết tường tận một phương diện nào đó của quả bom mà họ đang nghiên cứu nhưng biết ít hoặc không biết gì về chuyện những nhóm khác đang làm. Càng ít người biết tường tận về dự án thì càng tốt. Và bí mật phải được xếp vào bậc cao nhất; sẽ không công bố bất kì khám phá nào hết. Các nhà khoa học vốn không thích làm việc theo kiểu này.

Toàn bộ chuyện này trở thành trở ngại đối với Oppenheimer, và nhóm ban đầu gồm ba mươi nhà khoa học của ông tăng lên một trăm rồi một trăm rưỡi người. Trong mấy tháng đầu, địa điểm tập kết của họ thật ngổn ngang. Các tòa nhà, phòng thí nghiệm, đường xá, và nhiều nhà xưởng khác đang được xây dựng, và mấy con suối tan băng làm bùn đất vương vãi khắp nơi. Nhiệm vụ của ông là giữ cho mọi người được vui vẻ. Ông đã tuyển mộ một số nhà vật lý giỏi nhất thế giới, bao gồm Edward Teller, Hans Bethe, Felix Bloch, Richard Feynman, và Robert Serber, và ông mời Enrico Fermi và Isidor Isaac Rabi làm cố vấn (họ cũng đang tham gia các dự án chiến tranh quan trọng).

Vấn đề trước mắt họ đã rõ ràng rành rành: có đủ uranium làm giàu (hàm lượng cao U-235) để đem lại khối lượng tới hạn, và vào đúng thời điểm mang hai khối lượng dưới-tới hạn lại với nhau để gây ra một phản ứng dây chuyền. Các tính toán ban đầu về khối lượng tới hạn không được khuyến khích nữa; nó quá lớn, có lẽ quá lớn để chuyên chở trên máy bay dưới dạng bom. Nhưng người ta đã có những cách tân làm cho các neutron sinh ra trong vụ nổ bị dội trở vào vụ nổ bằng một tấm chắn. Cách này làm giảm khối lượng tới hạn xuống khoảng ba mươi ba pound U-235. Đồng thời, lúc ấy người ta biết rằng plutonium cũng làm được bom, và chỉ cần mười một pound plutonium là đủ. Tất nhiên, cần có lò phản ứng để sản xuất plutonium, vì thế phần lớn chú ý vẫn tập trung vào U-235.

Trên thực tế, do nhiều nguyên nhân, người ta sẽ cần nhiều hơn khối lượng tới hạn một chút; vấn đề này thường được gọi là khối lượng siêu-tới hạn. Khi hai khối lượng dưới mức-siêu-tới hạn được mang lại với nhau, chúng sẽ gây ra một lực nổ tương đương với hai mươi nghìn tấn TNT. Nhưng có một vấn đề khó: phải ép hai khối lượng đó lại với nhau thật nhanh. Nếu chúng được ép lại quá chậm, thì một phần khối lượng sẽ phân hạch và phát nổ, thổi phần khối lượng kia ra xa trước khi chúng có thể phân hạch. Các tính toán cho biết chúng phải được ép lại với nhau ở tốc độ 3.300 foot trên giây. Tuy nhiên, giá trị này vượt quá tốc độ cao nhất do bất kì kĩ thuật nổ nào gây ra; tốc độ đạn pháo cao nhất lúc bấy giờ là khoảng 3.100 foot trên giây.

Thêm nữa, còn một vấn đề khác, và nó đi kèm với các neutron sẽ kích hoạt sự phân hạch. Toàn bộ những gì cần thiết là một neutron khởi động một phản ứng dây chuyền, nhưng nó phải được phân phối đúng lúc khi hai nửa ép lại với nhau. Vấn đề là còn các neutron tản lạc; đặc biệt, chúng được tạo ra bởi các tia vũ trụ từ không gian đến và không ngừng bắn phá Trái Đất. Thật ra chúng không phải là tia (hay bức xạ); chúng chủ yếu gồm đủ loại hạt, trong đó có cả hạt nhân của các nguyên tố và proton và electron. Nhưng khi chúng va vào khí quyển của chúng ta, chúng tạo ra neutron, và các neutron này có thể kích hoạt uranium (hay plutonium) từ sớm. Vì thế bom phải được che chắn khỏi sự tác động của chúng.

Tuy nhiên, quả bom cần một nguồn cung neutron thích hợp và đáng tin cậy vào đúng thời điểm. Một thiết kế “súng” đã được nghĩ ra để ép các mảnh dưới-tới hạn lại với nhau và đồng thời cung cấp neutron. Nhưng thiết kế này vướng phải các trục trặc, vì thế một giải pháp khác được nêu ra là khai thác hiện tượng nổ vào bên trong. Ý tưởng trong trường hợp này là xây dựng một quả cầu gồm các chốt uranium có thể bị ép vào nhau bởi chất nổ thông thường đặt phía sau chúng. Khi tất cả các mảnh bị ép lại với nhau thì nó phát nổ. Một lần nữa, lại có trục trặc, và lần này là liên quan đến thực tế cho đến khi ấy một lò phản ứng đơn giản vẫn chưa được xây dựng xong.

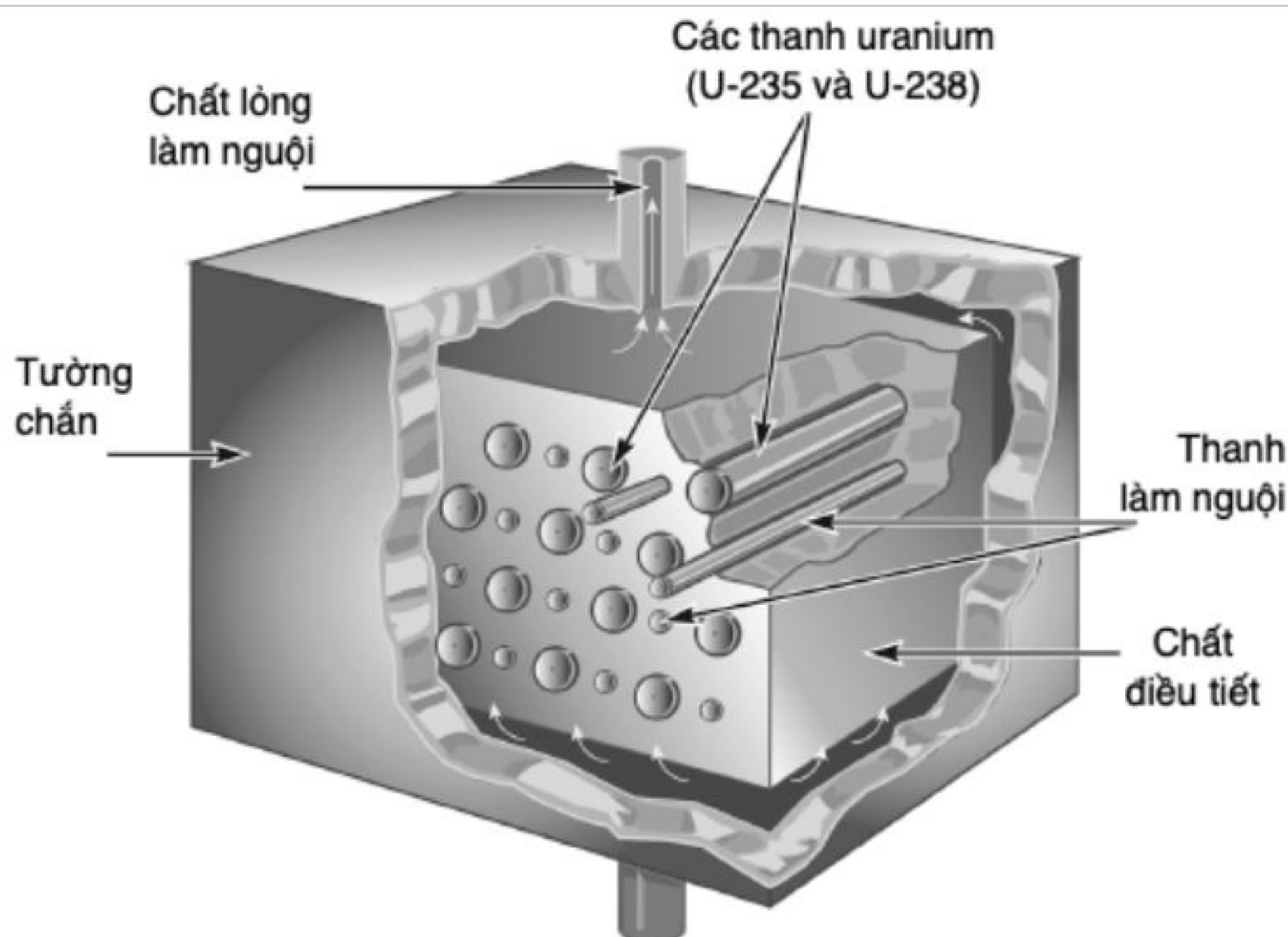
LÒ PHẢN ỨNG ĐẦU TIÊN

Việc xây dựng lò phản ứng hạt nhân đầu tiên bắt đầu vào tháng Mười 1942. Lò phản ứng hạt nhân là một phiên bản chậm của bom nguyên tử; cần có lò phản ứng để xác thực phản ứng hạt nhân dây chuyền thật sự có xảy ra hay không, tức là bom nguyên tử có hoạt động được hay không. Enrico Fermi, chuyên gia hàng đầu thế giới về neutron và bắn phá neutron, được giao phụ trách dự án. Lò được xây dựng trong các sân quần vợt bên dưới mái che sân vận động tại Đại học Chicago. Nó gồm bảy mươi sáu lớp gạch graphite, mỗi lớp có kích cỡ bốn inch nhân bốn inch nhân mười hai inch. Do sự chia lớp này nên nó được gọi là cột. Cuối cùng, người ta dựng giàn giáo xung quanh nó khi nó lớn dần, sao cho có thể dễ dàng tiếp cận lớp trên cùng. Nó được làm bằng cách chồng hai lớp gạch graphite nguyên chất, rồi đến hai lớp gạch chứa uranium. Các thanh cadmium được chèn vào trong cột. Cadmium là một chất hấp thụ mạnh neutron, và các thanh cadmium sẽ giúp giữ kiểm soát đối với phản ứng xảy ra. Chúng có thể dễ dàng được nâng lên và hạ xuống.¹⁷

Fermi có hai nhà khoa học trợ lý chính: Herbert Anderson và Walter Zinn. Mỗi người chỉ đạo một nhóm làm việc đối ca 12 giờ. Vì thế công việc diễn ra xuyên suốt. Khi xây dựng cột phản ứng, số lượng neutron phát ra được theo dõi cẩn thận. Họ đặt các máy đếm neutron bên trong cột để làm công việc này. Một hệ số gọi là k cho biết số lượng neutron được tạo ra bên trong lò phản ứng. Khi k bằng 1,0 thì cột trở nên tới hạn để phản ứng phân hạch tự duy trì. Fermi muốn tăng nó lên vừa nhỉnh hơn 1,0 nhưng ông không muốn nó lớn hơn thêm. Nếu nó lớn quá thì mọi thứ vượt khỏi tầm kiểm soát và sẽ xảy ra một vụ nổ.

Vào cuối ngày 1 tháng Mười Hai 1942, k đã rất gần bằng 1,0 và có vẻ như ngày hôm sau sẽ đạt tới trạng thái tới hạn. Sáng hôm nay, một đám đông tụ tập trên ban công nhìn ra lò phản ứng. Fermi bảo trợ lý của ông từ từ rút một trong các thanh cadmium ra khỏi cột. Khi anh ta rút thanh cadmium ra, các chấm sáng trên máy đếm neutron tăng nhanh. Như ông từng làm trong suốt quá trình xây dựng nó, Fermi thực hiện một số phép tính nhanh bằng một

quy tắc trượt đơn giản. Sau đó ông bảo người trợ lí rút thanh cadmium ra xa thêm một tí, và một lần nữa tốc độ đếm lại tăng lên.



Các chi tiết của một lò phản ứng đơn giản.

Mọi người chờ đợi trong hồi hộp, và trước sự bất ngờ của họ Fermi quyết định nghỉ để ăn trưa. Sau bữa trưa họ lại tụ tập và Fermi lại yêu cầu người trợ lí rút thanh cadmium ra xa hơn. Thành linh máy đếm chuyển sang hỗn loạn. Cột phản ứng đã đạt tới hạn. Fermi tiếp tục cho máy đếm hỗn loạn trong mấy phút, sau đó ông lệnh cho người trợ lí ấn thanh cadmium vào để tắt phản ứng.

Đa số nhà khoa học ngày nay xem đây là khởi đầu của thời đại nguyên tử. Nó là lò phản ứng hạt nhân vận hành đầu tiên; tuy vậy, vẫn còn một chặng đường xa mới có được bom nguyên tử. Song lúc này người ta đã rõ, bom là có thể chế được.

TIẾP TỤC DỰ ÁN MANHATTAN

Nghiên cứu Dự án Manhattan đã khởi động. Vấn đề chính là tách U-235 ra khỏi uranium thiên nhiên. Hạt nhân uranium sẽ phân hạch vì nó quá lớn và không bền, và nó có xu hướng dễ dàng vỡ làm hai mảnh. Hai đồng vị của uranium mỗi đồng vị có 92 proton, nhưng U-238 có 146 neutron và U-235, đồng vị dễ dàng phân hạch, có 143 neutron. Khi bắn một neutron vào U-235, hạt nhân của nó vỡ thành barium và krypton, và quan trọng hơn hết thảy, khi nó chia tách, nó sẽ giải phóng neutron tiếp tục làm chia tách các hạt nhân khác. Vấn đề là chưa tới 1 phần trăm uranium thiên nhiên là U-235. Để làm bom, cần có U-235, hay ít nhất là uranium được làm giàu cao (uranium chủ yếu chứa U-235).¹⁸

Được biết có ba phương pháp phân tách, hay làm giàu, uranium: khuếch tán hơi, khuếch tán nhiệt, và cái gọi là phương pháp điện từ. Trong trường hợp khuếch tán hơi, người ta cho uranium thiên nhiên đi qua ba loại môi trường xốp. Hạt nhân U-238 nặng hơn sẽ dần dần bị bỏ lại phía sau, và vật liệu thu được sẽ dần dần tăng tỉ lệ U-235 của nó. Trong phương pháp này, uranium được kết hợp với fluorine thành khí fluoride. Công nghệ khuếch tán lúc bấy giờ chỉ cho phép chia tách vài micro gam uranium làm giàu. Vì thế một điều ai cũng thấy là phải thực hiện công nghệ này trên quy mô rất lớn mới thu đủ uranium làm giàu cho một quả bom trong một lượng thời gian hợp lí. Nhà máy được bố trí tại Oak Ridge, Tennessee, vào năm 1943; nó được gọi là K-25, và không người nào làm việc ở đó biết nó dùng để làm gì. Mọi thứ được giữ bí mật. Chrysler chế tạo những bộ khuếch tán khổng lồ theo yêu cầu, và một vấn đề sớm phát sinh. Các bộ khuếch tán đó phải làm bằng nickel, và nguồn cung nickel thì đang thiếu, nhưng Chrysler sớm nghĩ ra một cách khắc phục vấn đề.

Tổng thể nhà máy thật đồ sộ, bao phủ diện tích hai triệu foot vuông (dài nửa dặm nhân rộng bốn trăm foot). Hơi đi qua mười nghìn dặm đường ống trước khi nó được làm giàu đủ mức để dùng làm bom. Khoảng mười bốn pound uranium làm giàu được sản xuất từ mỗi tấn quặng uranium.

Phương pháp làm giàu thứ hai được gọi là phương pháp điện từ. Nó được Lawrence và đội của ông khám phá tại Đại học California ở Berkeley, và nó đòi hỏi cyclotron, hay máy va chạm nguyên tử, mới mà Lawrence vừa xây dựng xong. Groves không tin mấy vào phương pháp này vì nó chỉ sản xuất được vài micro gam vật liệu làm giàu. Tuy vậy, ông vẫn cho triển khai công trình như là một phương án dự phòng cho nhà máy khuếch tán hơi, trong trường hợp sự khuếch tán hơi không hoạt động được. Nhà máy điện từ cũng được bố trí tại Oak Ridge, và nó được gọi là Y-12. Một lần nữa, nó là một nhà máy khổng lồ, lớn gần ngang ngửa nhà máy khuếch tán hơi, và một lần, không một công nhân nào biết nó được dùng để làm gì.

Thế nhưng, dẫu với hai chương trình này, mọi thứ vẫn diễn ra quá chậm đối với Groves. Ông quyết định thiết lập một nhà máy khuếch tán nhiệt, cũng đặt tại Oak Ridge. Thật bất ngờ, nó được xây dựng trong vòng sáu mươi chín ngày. Một lần nữa, nó không sản xuất nhiều uranium làm giàu lắm, nhưng người ta sớm phát hiện rằng nếu lấy vật liệu từ nhà máy điện từ cho vào nhà máy nhiệt, thì quá trình sẽ hiệu quả hơn nhiều.

Trong khi mọi thứ diễn ra, Groves lại có một dự phòng khác. Vào cuối năm 1942, Fermi đã chứng minh rằng có thể chế tạo lò phản ứng hạt nhân. Và người ta sớm biết rõ rằng có thể sản xuất plutonium trong lò phản ứng từ U-238, và plutonium đó cũng là một hạt nhân có thể phân hạch. Hơn nữa, plutonium tương đối tinh khiết có thể được sản xuất với tốc độ cao hơn U-235. Thế nên Groves hạ lệnh xây dựng ba lò phản ứng hạt nhân ở Hanford, Washington. Chúng có mật danh là X-10. Vấn đề ở giai đoạn này là chỉ mới có những lò phản ứng tương đối nhỏ được xây dựng, và so ra thì các lò ở Hanford sẽ phải thật đồ sộ, thế nên phải phát triển công nghệ thật nhanh. Các lò phản ứng được xây dựng dưới sự chỉ đạo của Gilbert Church, và lạ thay, ông này chẳng biết cái họ đang xây dựng dùng để làm gì. Ông tuyển mộ bốn mươi lăm nghìn công nhân từ khắp đất nước, và không ai trong số họ được biết các dụng cụ ấy là gì, hay chúng được dùng để làm gì.

Cuối cùng, vào đầu năm 1945, mọi thứ bắt đầu sáng sủa hẳn lên. Những lượng lớn uranium làm giàu được sản xuất cùng với lượng đáng kể plutonium. Trong vòng mấy tháng đã có đủ uranium cho một quả bom và có đủ plutonium cho mấy quả bom.

Trong khi mọi chuyện này diễn ra, thì công việc tại Los Alamos vẫn tiếp diễn. Lần lượt từng vấn đề được khắc phục. Bây giờ người ta đã rõ cần bao nhiêu uranium hay plutonium cho một khối tới hạn. Đã có thành tựu đáng kể cho cả hai thiết kế mang các khối lượng dưới-tới hạn lại với nhau: thiết kế súng và phương pháp nổ vào trong. Thật vậy, người ta biết rằng thiết kế súng sẽ không hoạt động với plutonium. Ngay cả khi dùng U-235 cho thiết kế súng, nó cũng có vẻ như không hoạt động tốt bằng phương pháp nổ vào trong. Các tính toán cho thấy rằng nổ vào trong sẽ nén ép các khối lượng đó đến mật độ siêu-tới hạn mà không cần một khối lượng siêu-tới hạn. Hơn nữa, có thể dùng chất nổ thông thường để ép các chốt dưới-tới hạn lại với nhau.

Hai quả bom đã được phát triển, gọi là Fat Man (FM) và Little Boy (LB). Little Boy được làm bằng uranium làm giàu, còn Fat Man sử dụng plutonium. Lúc này đã có nhiều plutonium hơn uranium, thế nên các thử nghiệm ban đầu được thực hiện với bom plutonium.

TRINITY

Câu chuyện có một bước ngoặt lạ vào tháng Tư 1945. Vào ngày 12 tháng Tư, Franklin Roosevelt, người nhiệt thành ủng hộ chế tạo bom, qua đời, và Harry Truman lên làm tổng thống thứ ba mươi ba của nước Mỹ. Lạ thay, Roosevelt nói rất ít với ông về chuyện chế tạo bom nguyên tử, nhưng ông thật sự có biết sự tồn tại của Dự án Manhattan. Chẳng ai biết Truman trông đợi điều gì. Thế nhưng, như chuyện vỡ lẽ, ông đã sẵn sàng cho nhiệm vụ. Cuộc chiến ở Đức đã kết thúc trong vòng mấy tuần, thành ra rõ ràng không cần dùng bom ở đó nữa. Tuy nhiên, Nhật Bản vẫn ngoan cố cầm cự, và có vẻ như họ có thể cầm cự trong một thời gian dài.

Tuy nhiên, trước khi đưa ra quyết định có sử dụng bom hay không, người ta phải thử xem nó có thật sự hoạt động được không. Địa điểm thử được gọi là Trinity; nó nằm xa sáu mươi dặm về phía tây bắc Alamogordo, New Mexico, trên một khu sa mạc hoang vắng. Tại điểm zero (điểm bom nổ thật sự), một tháp cao 110 foot được dựng lên; quả bom được đặt trên đỉnh tháp. Một trung tâm chỉ huy kiên cố được xây dựng cách đó gần mười nghìn yard; một vài boongke khác cũng được xây dựng trong khu vực. Số lượng lớn thiết bị cũng được lắp đặt khắp khu vực nhằm đo lường tác động của vụ nổ.¹⁹

Đó là một quả bom plutonium trong đó sử dụng chừng mười một pound plutonium. “Quả cầu” plutonium đó chừng bằng kích cỡ của một quả cam nhỏ. Vụ thử vốn được dự tính trong ngày 4 tháng Bảy, nhưng các vấn đề phát sinh và nó được lùi lại vào ngày 16 tháng Bảy. Oppenheimer khẳng định rằng nên diễn tập (không có nổ) trước khi thử nghiệm thực tế. Nó được lên lịch cho ngày 14 tháng Bảy, và trước sự chán nản của Oppenheimer, họ lại phát hiện một trục trặc. Thùng đựng dụng cụ nổ hơi nứt nhẹ và có vết lằn. Oppenheimer lo lắng nó sẽ gây trục trặc, nhưng có lẽ đã quá muộn để gọi điện hoãn vụ thử ngày 16 tháng Bảy. Mọi thứ được kiểm tra lại; Hans Bethe kiểm tra thật kỹ từng chi tiết của dụng cụ để đảm bảo rằng không có vấn đề gì. Tuy nhiên, có một số điều không chắc chắn; vấn đề quan trọng là bao nhiêu năng lượng được giải phóng trong vụ nổ. Chẳng ai chắc nó bằng bao nhiêu; các ước tính thay đổi từ tương đương một vụ nổ bốn mươi lăm nghìn tấn TNT cho đến tương đương chỉ một nghìn tấn.

Vụ nổ xảy ra lúc 5:30 sáng ngày 16 tháng Bảy. Trước thời điểm zero vài tiếng đồng hồ, một cơn dông ập đến và trời bắt đầu đổ mưa. Tuy nhiên, cuối cùng thì mưa tạnh và bầu trời trong xanh, thế nên mọi thứ suôn sẻ theo lịch định. Tất cả những người quan sát đều được trang bị kính mắt thợ hàn để bảo vệ mắt. Đếm ngược bắt đầu diễn ra ngay trước 5:30. Khi đếm ngược đến zero, mọi người nín thở hồi hộp. Bất ngờ một vùng sáng nhỏ lóe lên gần đường chân trời. Trong vòng mấy giây nó đã lớn lên thành một cảnh tượng ngoạn mục: một quả cầu đỏ khổng lồ quá sáng không nhìn thẳng được. Mọi người im lặng;

rồi đến vụ nổ, sau đó là một tiếng rền ngân dài. Thoạt đầu, có sự im lặng hoàn toàn giữa những người quan sát, rồi có vài người làm dấu thánh. Nó đã nổ. Fermi tắt bật trong lặng lẽ làm một thí nghiệm đơn giản: ông thả rơi vài mẩu giấy nhỏ xem chúng bị sóng xung kích mang đi bao xa. Cách này cho một ước tính về năng lượng được giải phóng. Ông nhanh chóng chỉ ra rằng nó tương đương với khoảng mười nghìn tấn TNT. Tin tức thành công lập tức được gửi đến Tổng thống Truman.

BOM CỦA NGƯỜI ĐỨC

Lúc này mọi chuyện đã sáng tỏ: người Mỹ, với sự hỗ trợ của người Anh, đã đánh bại người Đức về bom nguyên tử. Thế chuyện gì đã xảy ra với dự án Đức? Rõ ràng Hitler muốn có các vũ khí ưu việt, kể cả bom nguyên tử. Ông thường xuyên khoe khoang về chúng, nhưng khi nước Đức bắt đầu thua trận, ông muốn mọi thứ càng nhanh càng tốt, và tên lửa V-2 có vẻ được sản xuất nhanh hơn nhiều so với bom nguyên tử, nên phần lớn chú ý của ông chuyển sang phát triển tên lửa. Cuối cùng, ông bắt đầu mất quan tâm với việc tài trợ cho dự án bom nguyên tử, thế nên ít có lượng tiền được đổ vào. Tuy vậy, một chương trình chủ động vẫn tiếp tục cho đến gần kết thúc cuộc chiến. Tuy nhiên, vào năm 1943, các đợt tấn công của quân Đồng Minh vào Berlin tăng lên nhanh chóng, buộc họ phải di dời các bộ phận chính của dự án về tây nam nước Đức.

Tuy vậy, người Mỹ và người Anh vẫn lo lắng, không biết chương trình hạt nhân Đức đã triển khai tới đâu. Xét cho cùng, người Đức có một khởi đầu tốt hơn, với khám phá phân hạch xảy ra ở Berlin. Bởi vậy, Groves thiết lập một nhóm gồm các nhà khoa học và sĩ quan quân đội vào tháng Chín 1943 gọi là Sứ mệnh Alsos. Mục đích của nó là đi theo quân Đồng Minh, khi họ hành quân qua Italy, Pháp, và Đức, tìm hiểu càng nhiều càng tốt về dự án bom của Đức và bất kì dự án nào khác tương tự như vậy. Nhóm gồm ba mươi ba nhà khoa học và bảy sĩ quan quân đội. Tiến sĩ Sumner Goudsmit làm trưởng nhóm khoa học và

đại tá Boris Pash chỉ huy. Họ được giao nhiệm vụ bắt giữ các nhà vật lý Đức và tìm kiếm lượng uranium mà người Đức có thể đã tích trữ.

Nhìn chung, họ đã theo sát phía sau tiền tuyến, nhưng trong một số trường hợp họ thật sự đã băng qua tiền tuyến và đi dưới lửa đạn. Họ nhanh chóng phát hiện khoảng một nghìn tấn quặng uranium đã được chở sang Đức và phân phối cho một vài phòng thí nghiệm ở Đức và nước Pháp bị chiếm đóng. Họ còn tìm thấy các tư liệu và thông tin khác tại Đại học Strasbourg cho biết có các phòng thí nghiệm liên quan đến nghiên cứu hạt nhân ở Haigerloch, Hechingen, và Tailfingen ở tây nam nước Đức. Tuy nhiên, có một vấn đề phát sinh; người Nga lúc này đã tiến quân vào Đức từ phía đông, và người Pháp cũng có quân đội đang tiến công theo hướng tây nam Đức. Groves và giới chóp bu quân sự khác không muốn các địa điểm nghiên cứu hạt nhân rơi vào tay Liên Xô, hay dù là rơi vào tay Pháp, trước khi họ đến nơi.

Pash kêu gọi tướng chỉ huy Mỹ tiến công về hướng tây nam, nhưng ông ta bảo đã có thỏa thuận với người Pháp. Người pháp sẽ chiếm vùng đó, và ông phải được phép từ phía Pháp mới được vào. Pash phát bực; tuy nhiên, ông khởi hành đi Hechingen và lừa qua mặt được một số vệ binh Pháp, nhưng nhóm của ông bị chặn lại trước khi tới nơi. Một lần nữa, ông phải cãi nhau với một sĩ quan Pháp, song cuối cùng ông cũng được phép đi qua.

Vào sáng ngày 24 tháng Tư, Đại tá Pash và nhóm của ông cuối cùng cũng tới được Hechingen. Ông bất ngờ khi thấy vẫn còn một nhóm lính Đức trong khu vực, và trận đánh kéo dài một giờ đồng hồ. Cuối cùng, nhóm ông tiến vào thị trấn nhỏ này và bắt đầu tìm kiếm phòng thí nghiệm hạt nhân. Họ nhanh chóng tìm được văn phòng và phòng thí nghiệm của Heisenberg, và họ bắt giữ một vài nhà khoa học quan trọng, nhưng Heisenberg đã rời đi. Tuy nhiên, họ phát hiện lò phản ứng của ông ở cách đó vài dặm trong một hang động gần thị trấn Heigerloch láng giềng. Nó nằm bên dưới một nhà thờ. Lò phản ứng có dạng trụ và được làm bằng các khối graphite; tuy nhiên, không thấy uranium đâu, nước nặng đã sử dụng cũng không thấy. Tuy nhiên, ở địa

điểm gần đó, nhóm phát hiện ba thùng nước nặng và một tấn rưỡi uranium dạng thỏi được chôn trên một cánh đồng.

Còn Heisenberg vẫn mất dấu. Tiến quân vào, Pash và người của ông tìm thấy Heisenberg tại nhà ông ta đang chờ họ. Đội trở lại hang động lấy đi hết những thứ họ muốn rồi đặt thuốc nổ xóa sổ nó. Tuy nhiên, các chức sắc trong nhà thờ xin họ đừng kích nổ, giải thích rằng vụ nổ có thể làm sập nhà thờ và tòa lâu đài phía trên hang động. Vì thế, họ để lại nó nguyên vẹn.

Vấn đề sớm được làm rõ là người Đức chẳng có mấy tiến bộ về chế tạo bom. Heisenberg vẫn đang cố có được một lò phản ứng hoạt động, và không có nó thì không thể có bom được.

QUYẾT ĐỊNH NÉM BOM NHẬT BẢN

Vụ thử Trinity chứng minh bom nguyên tử hoạt động được. Nhưng chiến tranh với Đức đã kết thúc, vì thế nó không được sử dụng ở Đức. Tuy nhiên, cuộc chiến với Nhật Bản còn lâu mới kết thúc, mặc dù rõ ràng quân lực Mỹ đang giành phần thắng và cuối cùng Nhật Bản sẽ bị chiếm đóng. Vì thế câu hỏi đặt ra là, nước Mỹ có nên dùng bom hay không, và nếu có thì nên ném bom những thành phố nào? Đúng như dự tính, đã có ý kiến phản bác từ cả hai phía. Việc Nhật Bản ném bom Trân Châu Cảng, và sự ngoan cố của người Nhật tại Okinawa và Iwo Jima và những nơi khác ở Thái Bình Dương, cho thấy rằng *đầu hàng* là một từ xa lạ đối với họ; họ sẽ chiến đấu cho đến người cuối cùng. Hơn nữa, Tokyo chịu hỏa lực đến gần như thành bình địa, song người Nhật vẫn tiếp tục chiến đấu. Có vẻ như giải pháp duy nhất là xâm chiếm đất liền, và chẳng mấy người muốn thế vì rõ ràng như vậy có nghĩa là tiêu hao rất nhiều sinh mạng con em người Mỹ.²⁰

Tuy nhiên, nhiều người lo ngại về các hệ lụy của việc thả bom nguyên tử. Szilard là một trong những người xông xáo nhất. Ông cố gặp cho bằng được Tổng thống Truman; ông còn gửi một thư thỉnh cầu được năm mươi ba nhà khoa học kí tên. Ông cố thuyết phục tổng thống nên trình diễn bom nguyên tử

cho người Nhật thấy trước đã. Hiển nhiên Truman đã xem xét kĩ lưỡng lập luận từ cả hai phía và quyết định cho ném bom. Xét cho cùng, những đợt tập kích bằng đường không vào Nhật Bản sử dụng bom thông thường đã gây thiệt hại tương đương với hai mươi nghìn tấn TNT. Con số này tương đương với sức mạnh của một quả bom nguyên tử. Và người Nhật vẫn chưa chịu đầu hàng.

Do đó, hai quả bom nguyên tử đã được thả xuống, quả thứ nhất ở Hiroshima vào ngày 6 tháng Tám 1945, và quả thứ hai ở Nagasaki vào ngày 9 tháng Tám. Vài ngày sau, Nhật Bản đầu hàng.

CHƯƠNG 18

BOM KHINH KHÍ, TÊN LỬA LIÊN LỤC ĐỊA, LASER VÀ TƯƠNG LAI

Sau sự phát triển bom nguyên tử, bản chất của chiến tranh đã thay đổi rất nhiều. Trước tiên, một loại bom còn mạnh hơn nữa, ngày nay gọi là bom khinh khí, đã được phát triển. Thật vậy, nó mạnh hơn bom nguyên tử hàng nghìn lần. Thứ hai, cùng với sự phát triển của tên lửa liên lục địa, một hệ thống phóng đã có sẵn nên bom khinh khí có thể bay đi hàng trăm dặm đến mục tiêu với một cú nhấn nút đơn giản. Cuối cùng, với sự phát triển của điện tử học tiên tiến, laser, vệ tinh, và vân vân, chiến tranh trở nên phụ thuộc nhiều hơn vào vật lý học và khoa học nói chung.

PHÁT TRIỂN BOM KHINH KHÍ

Như ta đã thấy ở chương trước, bom nguyên tử hoạt động được chính là nhờ việc khám phá rằng các hạt nhân nặng như uranium vốn dĩ không bền và có thể dễ dàng vỡ thành hai hạt nhân nhẹ hơn, bền hơn. Hơn nữa, khối lượng của hai hạt nhân nhẹ hơn đó cộng lại không bằng khối lượng của hạt nhân uranium nặng hơn kia. Một phần khối lượng đã biến mất, và người ta sớm biết rằng phần khối lượng biến mất đó đã biến đổi thành năng lượng. Trong trường hợp uranium và plutonium, quá trình đó được gọi là sự phân hạch. Thế nhưng còn có một quá trình khác, tương tự như vậy, cũng đem lại sự biến đổi khối lượng thành năng lượng. Đó là quá trình chi phối vũ trụ của chúng ta; nó cho phép các sao, bao gồm Mặt Trời của chúng ta, giải phóng năng lượng, và trong trường hợp Mặt Trời của chúng ta, nó là nguồn gốc cho sự mọi sống trên Trái Đất. Nó được gọi là sự hợp hạch. Trong sự hợp hạch,

năng lượng được giải phóng khi các hạt nhân kết hợp, hay hợp nhất, với nhau.¹

Tuy nhiên, sự hợp hạch không xảy ra ở các nguyên tố nặng; nó chỉ xảy ra ở các nguyên tố nhẹ nhất. Ví dụ, trong Mặt Trời của chúng ta, bốn nguyên tử hydrogen (thật ra, chỉ là hạt nhân của chúng) kết hợp với nhau thành helium, và trong quá trình ấy chúng giải phóng một lượng năng lượng vô cùng lớn. Các chi tiết cụ thể về hiện tượng này được nghiên cứu bởi Hans Bethe từ năm 1935 đến 1938. Và chẳng bao lâu sau khi ông giải thích quá trình sản sinh năng lượng trong Mặt Trời, các nhà khoa học bắt đầu đoán già đoán non về khả năng có một quả bom hoạt động trên nguyên lý tương tự.

Tuy nhiên, như chuyện vỡ lẽ, vấn đề lập tức sáng tỏ là quá trình xảy ra trong Mặt Trời sẽ không hoạt động đối với một quả bom. Nó cực kì chậm, và lí do duy nhất khiến nó hoạt động trên Mặt Trời là bởi vì có sẵn nguồn hydrogen quá dồi dào. Thế nhưng còn có nhiều phản ứng hợp hạch khác xảy ra trong tự nhiên. Để tìm hiểu chúng, ta phải bắt đầu với các đồng vị của hydrogen; ở phần trước tôi có nhắc rằng hình thức đơn giản nhất của hydrogen có một proton trong hạt nhân cùng với một electron xoáy tít xung quanh nó. Tuy nhiên, có thể có thêm neutron kết hợp với proton này. Điều này không làm biến đổi nguyên tố. Nó vẫn là hydrogen, còn hình thức mới có thêm neutron là một đồng vị. Khi một neutron kết hợp với một proton, đồng vị ấy được gọi là deuterium; khi kết hợp hai neutron thì đồng vị được gọi là tritium.

Nước thiên nhiên, như bạn biết, bao gồm hydrogen và oxygen. Hydrogen trong nước mà chúng ta thường gặp gồm cả ba đồng vị, song chỉ có một trong năm nghìn nguyên tử là deuterium, và chỉ một trong một tỉ là tritium. Thế nên deuterium là tương đối hiếm, và tritium là cực kì hiếm. Các nhà khoa học xác định được các phản ứng tốt nhất cho một quả bom khinh khí liên quan đến deuterium (D) và tritium (T); chúng nhanh hơn nhiều so với sự hợp hạch hydrogen xảy ra trong Mặt Trời. Thật vậy, chúng xảy ra trong chưa tới một phần triệu của một giây. Nhưng để khai thác chúng, ta phải phân tách

D và T ra khỏi nước bình thường, và đây là một quá trình khó khăn. Tuy nhiên, có vẻ như một quả bom làm bằng D và T là có thể.

Một trong những người đầu tiên nhận ra khả năng làm bom hợp hạch là Enrico Fermi. Ông có nhắc tới khả năng đó với Edward Teller vào mùa thu năm 1941, trước khi Dự án Manhattan được tổ chức. Teller là một nhà vật lý gốc Hungary đã di cư sang Mỹ vào thập niên 1930. Ông có một số đóng góp quan trọng cho bom khinh khí, sau này nổi tiếng là cha đẻ của bom khinh khí.

Khi Dự án Manhattan được tổ chức nhằm phát triển bom nguyên tử, với Oppenheimer làm thủ lĩnh, Teller là một trong các nhà khoa học được chọn đến làm việc tại Los Alamos. Oppenheimer giao cho ông một dự án liên quan đến nhiều tính toán dài lê thê, nhưng ông hứng thú với khả năng làm bom khinh khí (mặc dù bom nguyên tử vẫn chưa được phát triển) đến mức ông phớt lờ luôn nhiệm vụ được phân công và giao phần lớn công việc cho người trợ lý của ông, Klaus Fuchs. (Về sau, người ta phát hiện Fuchs làm gián điệp cho Liên Xô.)

Teller liên tục xúi Oppenheimer khởi động một dự án riêng nhằm phát triển bom khinh khí, nhưng Oppenheimer từ chối, làm Teller phát khùng. Tuy nhiên, cuối cùng Oppenheimer cũng mềm lòng và cho phép Teller được xem xét khả năng đó. Teller nghiên cứu về nó cho đến cuối cuộc chiến, và cả sau chiến tranh qua đi, nhưng hầu như không có tiến bộ gì. Tuy nhiên, ông quả quyết rằng một quả bom như thế sẽ hoạt động được. Cuối cùng, vào tháng Tư 1946, một hội nghị được triệu tập ở New Mexico để đánh giá tính khả thi của bom khinh khí. Lúc này đã có thêm sự quan tâm bởi được biết người Liên Xô đang nghiên cứu bom nghiên cứu của riêng họ, và có khả năng họ cũng đang xem xét việc chế tạo bom khinh khí.

Tháng Tám 1946, Tổng thống Truman kí một dự luật thành lập Ủy ban Năng lượng Nguyên tử, mục đích của nó là xem xét việc sử dụng khoa học và công nghệ nguyên tử, không riêng cho vũ khí, mà cả cho công dụng thời bình. Trong vòng hai năm, người ta phanh phui rằng Klaus Fuchs đã tuồn nhiều bí

mật về bom khinh khí cho Liên Xô, và vấn đề sáng tỏ là có khả năng họ sẽ sớm phát triển bom khinh khí. Nhiều giới chức quân sự bắt đầu lo ngại, và vào tháng Giêng 1950, Tổng thống Truman loan báo rằng điều quan trọng lúc này là tiến tới phát triển bom khinh khí. Tuy nhiên, có một sự khác biệt lớn về quan điểm giữa các nhà khoa học có khả năng dính líu tới dự án. Đúng như kì vọng, Teller rất đổi vui sướng, còn những người khác, ví như Ernest Lawrence, cũng mạnh mẽ ủng hộ. Nhưng Oppenheimer nêu ý kiến cảnh giác; ông lo ngại về các hệ quả của một vũ khí như thế, Bethe và nhiều người khác cùng quan điểm với ông.

Tuy nhiên, một “chương trình cấp tốc” nhằm phát triển cái gọi là “super” vào thời ấy, đã được triển khai. Nhiều nhà khoa học từng tham gia Dự án Manhattan trước đây được gọi quay lại Los Alamos.

ĐỘT PHÁ ULAM-TELLER

Tính tới lúc này, Teller đã bỏ ra mấy năm cố nghĩ ra một mô hình sẽ vận hành được, nhưng ông chưa đạt tới kết quả gì có thể xem xét nghiêm túc cả. Gần như thể một vũ khí như thế là bất khả thi. Một trong những người mới tham gia dự án lúc này là một nhà toán học Ba Lan, Stanislaw Ulam mới sang Mỹ năm 1935. Ông từng làm việc tại Viện nghiên cứu Cao cấp Princeton một thời gian, và rồi năm 1943 ông tham gia Dự án Manhattan, tại đó ông làm việc cùng John von Neumann. Và vào năm 1946 ông đến Los Alamos nghiên cứu phát triển bom khinh khí.

Nhiệm vụ của ông là nghiên cứu tính khả thi của việc sử dụng phản ứng D-D hoặc D-T để kích hoạt phản ứng hợp hạch cần thiết cho quả bom, và tiến tới một thiết kế thích hợp. Các thiết kế khác nhau đã được thử, nhưng chưa thiết kế nào có vẻ hoạt động được. Vào lúc này, người ta đã biết rằng sẽ cần một lượng nhiệt vô cùng lớn (hai mươi đến ba mươi triệu độ) để kích hoạt một phản ứng hợp hạch và rằng có thể dùng một quả bom nguyên tử để tạo ra lượng nhiệt đó. Thế nhưng những gì Ulam đã thử đều có trục trặc. Tuy nhiên,

vào tháng Mười Hai 1950, ông vướng phải một ý tưởng mà ông không chắc nó có hoạt động không. Về cơ bản, những gì cần thiết là một cách tăng độ nén của hydrogen trong quả bom lên vài bậc độ lớn. Có thể dùng một quả bom nguyên tử để tạo ra một vụ nổ vào trong làm nén hydrogen, nhưng một vụ nổ vào trong đơn giản hình như là chưa đủ. Ulam kết luận rằng cần một vài vụ nổ như thế. Tóm lại, người ta phải dùng một quả bom kích hoạt một quả bom thứ hai, và quả bom thứ hai sẽ kích hoạt quả thứ ba. Kiểu này được gọi là chia giai đoạn. Ông không chắc ý tưởng có hoạt động không, nên ông giữ kín nó trong nhiều tháng trong khi ông phát triển và hoàn thiện nó.²

Cuối cùng, ông quyết định kể cho Teller về nó, mặc dù ông không có mối quan hệ tốt với Teller và thấy lo về phản ứng của Teller. Teller không bị thuyết phục ngay rằng nó sẽ hoạt động, nhưng khi ông tiếp tục nghiên cứu ý tưởng này ông nhận ra rằng nó là một bước tiến quan trọng. Ulam đề xuất rằng có thể dùng sốc thủy động, hay các neutron từ vụ nổ phân hạch, gây ra một vụ nổ vào trong làm nén hydrogen đủ mức. Sau một thời gian nghiên cứu khả năng ấy, Teller nhận ra rằng bức xạ tia X sẽ đi tới hydrogen trước sóng xung kích hay các neutron, và có thể dùng nó để gây ra vụ nổ vào trong cần thiết để kích hoạt vụ nổ nhiệt hạch. Và quả vậy, dường như đó là giải pháp tốt nhất rồi. Teller và Ulam viết chung một bài báo, sau này được gọi là Thiết kế Ulam-Teller. Tuy nhiên, trong mấy năm, Teller đã cố hạ bệ đóng góp của Ulam, thành ra giữa hai người có sự xích mích không nhỏ.³

VỤ THỬ ĐẦU TIÊN: MIKE

Bước kế tiếp là chế tạo một quả bom dựa trên Thiết kế Ulam-Teller để xem nó hoạt động được hay không. Và quả vậy, công việc dự án bắt đầu triển khai tương đối sớm. Trên thực tế, quả bom đầu tiên này không phải bom như chúng ta biết; nó quá đồ sộ để chuyên chở bằng máy bay. Các bộ phận cơ bản của dụng cụ được sản xuất ở Mỹ và vận chuyển đến một nơi xa xôi trên Thái Bình Dương, cách Hawaii khoảng ba nghìn dặm về phía tây. Vụ thử, mật danh

là Ivy Mike, được thực hiện ở đảo san hô Enewetak, một vành đai gồm bốn mươi đảo nhỏ trải dài bốn mươi dặm và bề ngang mười dặm.⁴

Một ủy ban gọi là Ủy ban Panda đã được thành lập để xem xét phát triển và thử nghiệm quả bom. Các thành viên ủy ban được giao cho một năm thiết kế và thử bom, mặc dù vẫn còn nhiều vấn đề phải khắc phục. Một trong những vấn đề chủ yếu là quyết định dùng phản ứng hợp hạch nào: D-D hay D-T. Cuối cùng, ủy ban quyết định rằng phản ứng D-D vừa dễ thực hiện hơn và có tính kinh tế hơn. Nhưng vẫn còn một vấn đề liên quan đến cách trữ chứa deuterium. Deuterium có điểm sôi âm 417 độ Fahrenheit, vì thế phải giữ nó ở trạng thái lỏng ở nhiệt độ cực thấp. Điều này đòi hỏi nó phải được trữ trong một hệ thống điều nhiệt – một Dewar (hay bình chân không) cỡ lớn sẽ giữ nó ở một nhiệt độ rất thấp. Ngoài ra, dụng cụ đòi hỏi một quả bom phân hạch để kích hoạt sự hợp hạch hydrogen, và vào lúc này bom phân hạch vẫn còn tương đối lớn. Bức xạ từ vụ nổ này sẽ được dẫn luồng vào một quả bom thứ hai chứa deuterium lỏng. Tổng thể quả bom có dạng một khối trụ, với một thỏi plutonium tại tâm của nó tác dụng như “bugi” đánh lửa phản ứng hợp hạch.

Việc triển khai chính thức của hệ thống, gọi là “Mike”, bắt đầu vào tháng Chín 1952. Quả bom được bố trí tại một điểm trên trục khu đảo san hô, và một vài trạm theo dõi được bố trí tại các điểm khác nhằm đo năng lượng giải phóng bởi vụ nổ. Ngoài ra, một số lượng lớn tàu thuyền lập trạm neo đậu xung quanh khu đảo, và một số máy bay có mặt trên không trung, chờ theo trang thiết bị đo đạc. Tổng cộng có hơn bốn trăm trạm khoa học với trang thiết bị đo đạc thuộc đủ kiểu được bố trí xung quanh địa điểm nổ bom.

Vào ngày 25 tháng Chín, mọi thứ đã sẵn sàng; giờ zero là 7:15 sáng ngày 1 tháng Mười Một. “Phòng hỏa tuyến” thật ra ở xa chừng mười dặm, trên một con tàu tên gọi là *Estes*. Sức mạnh của vụ nổ khiến hầu như ai cũng bất ngờ; một lần nữa, giống như trong trường hợp Trinity, chẳng ai dám chắc vụ nổ mạnh sẽ bao nhiêu. Như vỡ lẽ, vụ nổ còn mạnh hơn đáng kể so với dự tính. Hầu như tức thì, một quả cầu lửa trắng nóng, lóa mắt hiện ra ở đường chân trời. Nó có bề ngang ba dặm, so với quả cầu lửa của vụ nổ Hiroshima chỉ có bề

ngang một phần mười dặm. Trong vòng hai phút rưỡi, đám mây do sóng xung kích gây ra đã đạt tới độ cao một trăm nghìn foot, và nó tiếp tục cuộn ra ngoài, cuối cùng hình thành một mái vòm khổng lồ có bề ngang ba mươi dặm. Vụ nổ đã làm bốc hơi theo nghĩa đen toàn bộ hòn đảo bố trí Mike, để lại một miệng hố sâu hai trăm foot và bề ngang một dặm. Năng lượng của vụ nổ được xác định tương đương với 10,4 megaton TNT. Đây là vụ nổ nhân tạo lớn nhất từng xảy ra trên Trái Đất tính tới lúc bấy giờ.

VẬT LÝ HỌC BOM KHINH KHÍ

Bây giờ ta sẽ tìm hiểu nguyên nhân và cách hoạt động của bom khinh khí. Nhìn ở nhiều phương diện, nó phức tạp hơn nhiều so với bom nguyên tử. Nhưng không có bom nguyên tử nó sẽ không hoạt động được, vì thế phải xét bom nguyên tử trước. Như ta đã thấy ở phần trước, nói chung, chính một vụ nổ bức xạ chia giai đoạn đã đem lại nhiệt độ cần thiết (khoảng 50.000.000 độ) cho các phản ứng hợp hạch xảy ra.

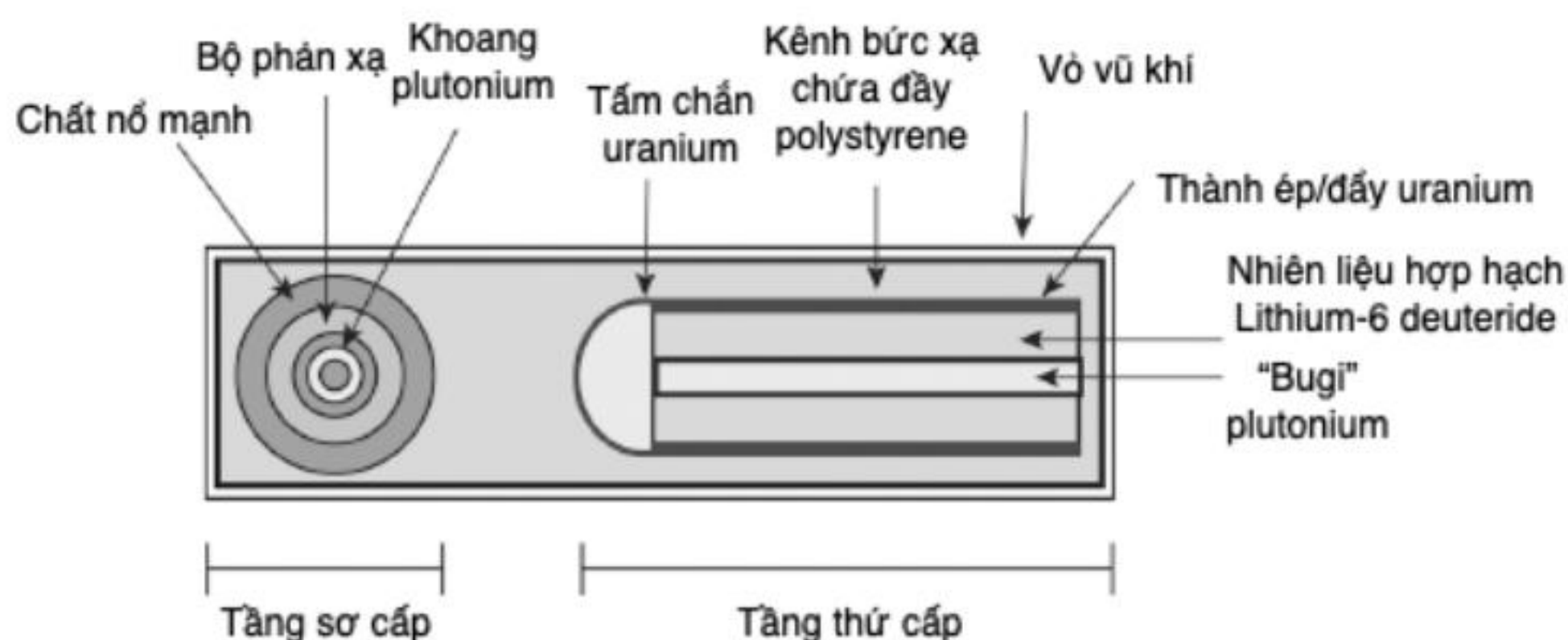
Để có phản ứng hợp hạch, chúng ta cần deuterium hoặc tritium, và, như ta đã thấy ở phần trước, chúng tương đối hiếm và phải được tách ra khỏi nước thiên nhiên. Các phản ứng có thể sử dụng cả deuterium (D) và tritium (T), nhưng tritium tốn kém hơn, nên các nhà khoa học cố tránh sử dụng nó trực tiếp. Thế nhưng, mặc dù deuterium có dồi dào hơn nhiều, song khó trữ chứa nó và nó phải được giữ ở trạng thái lỏng ở nhiệt độ rất thấp, như đã làm trong trường hợp Mike. Cuối cùng, vấn đề này được khắc phục bằng cách kết hợp deuterium và lithium để tạo ra lithium deuteride, một chất rắn bền dễ dàng xử lý hơn nhiều so với deuterium. Toàn bộ bom khinh khí hiện đại ngày nay đều dùng lithium deuteride.

Về cơ bản, những gì cần thiết là một vụ nổ vào trong với năng lượng cực lớn có khả năng nén nhiên liệu hợp hạch đến mật độ đủ cao cho phản ứng hợp hạch có thể xảy ra. Mật độ cần thiết đó ít nhất bằng một nghìn lần mật độ bình thường của nhiên liệu.

Bom khinh khí đơn giản nhất là một thiết bị hai tầng, và đây là kiểu duy nhất mà chúng ta sẽ bàn luận ở đây. Có thể chế tạo bom khinh khí ba tầng, nhưng đa số bom sử dụng cấu hình hai tầng. Liên Xô từng chế tạo một thiết bị ba tầng, nhưng ít có thông tin được biết về nó. Như ta đã thấy ở phần trước, Thiết kế Ulam-Teller khai thác tia X để nén nhiên liệu vì chúng lan truyền đặc biệt nhanh (tốc độ ánh sáng) sau khi vụ nổ sơ cấp (bom nguyên tử) được đánh lửa. Sóng xung kích và neutron cũng được giải phóng trong vụ nổ, nhưng quá chậm không dùng được.

Một trong những khía cạnh quan trọng của bom khinh khí là sự xâu chuỗi chính xác các tầng cấu tạo. Chỉ cần có thứ gì đó lệch một chút thôi là quả bom sẽ không hoạt động. Vì thế việc canh chỉnh thời gian là hết sức quan trọng. Tổng thể quả bom có hình một khối trụ (những quả bom sau này có hình dạng dẹt hơn). Tầng sơ cấp (ngòi nổ) nằm ở một đầu, và tầng thứ cấp (thiết bị hợp hạch) nằm ở đầu kia. Tầng thứ cấp thường chiếm nhiều không gian hơn tầng sơ cấp. Tầng thứ cấp cũng có dạng hình trụ; tuy nhiên, nó nhỏ hơn hình trụ bên ngoài, vì thế có không gian giữa hai hình trụ. Không gian này được gọi là kênh bức xạ. Nhiên liệu hợp hạch, lithium deuteride, chiếm phần lớn không gian trong tầng thứ cấp. Thành bên ngoài của tầng thứ cấp được làm bằng U-238, và được gọi là thành ép/đẩy. Khi kích nổ, nó ép vào trong lên nhiên liệu thứ cấp. Tại tâm của tầng thứ cấp, chạy dọc xuống theo trục giữa, là một thỏi bề ngang chừng một inch hoặc làm bằng plutonium-239 hoặc U-235. Nó được gọi là thanh đánh lửa.⁵

Khu vực giữa tầng thứ cấp và hình trụ bên ngoài được nện đầy bột plastic. Và có một tấm chắn cong lớn ở phía trước tầng thứ cấp ngăn không cho vật liệu hợp hạch bị đánh lửa sớm. Khi tầng sơ cấp (quả bom nguyên tử) phát nổ, tia X nó giải phóng choán đầy kênh bức xạ. Khu vực này chứa đầy bột plastic trở nên bị ion hóa sau vụ nổ ban đầu; nó giúp kiểm soát vụ nổ. Điều quan trọng là thành ép/đẩy ở phần ngoài tầng thứ cấp không bị nóng lên không đều hoặc quá nhanh. Cần có một chất khí “cân bằng” để năng lượng tràn đều khắp vùng này.



Cấu tạo bên trong của bom khinh khí.

Khi vụ nổ diễn ra, lớp ngoài uranium trên tầng thứ cấp sẽ phân hạch và một vụ nổ vào trong xảy ra. Vụ nổ vào trong làm nén vật liệu hợp hạch, sản sinh neutron trong tiến trình đó. Các neutron này kích hoạt thối uranium (hay plutonium) tại tâm tầng thứ cấp, và nó phát nổ. Do đó, nhiên liệu hợp hạch bị nén từ phía trên và bên dưới. Nó nhanh chóng đạt tới nhiệt độ đủ cao cho phản ứng hợp hạch xảy ra. Lúc này nhiên liệu có mật độ cao gấp một nghìn lần mật độ ban đầu của nó. Một phần tritium được tạo ra trong phản ứng hợp hạch, và trên thực tế xảy ra cả phản ứng D-D lẫn D-T.

Dễ dàng thấy từ đây rằng bom khinh khí có năng lượng của nó, hay sức nổ của nó, từ sự phân hạch lẫn hợp hạch. Vì thế vụ nổ tổng thể có thể xem là vụ nổ vừa phân hạch vừa nhiệt hạch, điều đó trông chẳng quan trọng mấy, nhưng có một sự khác biệt lớn giữa ở vụ nổ. Sau một vụ nổ phân hạch, chất phóng xạ gieo rải khắp nơi, còn vụ nổ hợp hạch thì "sạch" về phương diện này. Vì thế, khi người ta nói tới chuyện chế tạo một quả bom sạch, hay không có bức xạ, là họ đang nói tới một quả bom chỉ có một vụ nổ phân hạch nhỏ thôi. Trên thực tế, có thể chế tạo một quả bom hạt nhân tương đối sạch.

Quả bom khinh khí lớn nhất của người Mỹ có sức nổ khoảng năm mươi megaton TNT. Liên Xô từng cho nổ một quả còn mạnh hơn quả này. Trên thực tế, có thể chế bom mạnh hơn bằng cách bổ sung thêm tầng cho chúng. Và, như

đã trình bày ở phần trước, người ta cho rằng Liên Xô từng chế tạo bom ba tầng. Điều quan trọng đặc biệt liên quan đến sức mạnh của bom khinh khí, trên lý thuyết, là chẳng có giới hạn nào cho sức mạnh của chúng. Trong trường hợp bom nguyên tử, có một giới hạn như vậy.

TÊN LỬA TẦM XA

Chẳng mấy chốc sau khi phát triển bom khinh khí, người ta nhận ra rằng cần có một hệ thống phóng tốt hơn. Thoạt đầu, máy bay ném bom tầm xa được sử dụng, và khi ấy nước Mỹ có ưu thế nổi bật về máy bay ném bom tầm xa. Nhưng khi tên lửa trở nên phức tạp hơn và tầm xa của chúng được mở rộng, thì điều ai cũng thấy là chúng sẽ là một hệ thống phóng thích hợp hơn nhiều.

Như ta đã thấy ở phần trước, người Đức đã phát triển các tên lửa đạn đạo đầu tiên lúc gần kết thúc Thế chiến II. Thành công nhất là V-2, nó được phát triển bởi Wernher von Braun và nhóm của ông. Mặc dù chưa từng được công khai như sau thời hậu chiến, nhưng von Braun cũng đang nghiên cứu một tên lửa có thể bắn tới nước Mỹ. Nó được gọi là “Dự án America”. Với tầm xa lớn hơn nhiều, Hitler từng hi vọng sử dụng nó tấn công các trung tâm ở Mỹ. May thay, nó chưa từng được phát triển và sử dụng.

Khi chiến tranh kết thúc, von Braun và nhiều nhà khoa học tên lửa khác của Đức di cư sang Mỹ, còn một số người khác thì sang Liên Xô. Và rất nhanh sau đó, Chiến tranh Lạnh xảy ra, với cả hai nước đều tàng trữ số lượng lớn vũ khí hạt nhân cùng với số lượng lớn tên lửa tầm xa bắn chúng đi. Quả vậy, một vài dự án đã khởi động. Lúc đầu chúng chỉ là các mở rộng của chương trình V-2 của Đức, nhưng các cải tiến xuất hiện nhanh chóng, cùng với người Liên Xô sớm dẫn trước. Tháng Tám 1957, Liên Xô phóng tên lửa đạn đạo liên lục địa đầu tiên, họ gọi là R-7. Và trong vòng một thời gian ngắn, họ còn phóng vệ tinh quỹ đạo đầu tiên, Sputnik – gây sốc rất nhiều cho người Mỹ. Sau đó là

phóng con người đầu tiên bay vào không gian, nhà du hành vũ trụ Yuri Gagarin.

Nước Mỹ lập tức triển khai một chương trình “vội vã” nhằm đuổi kịp, và khi người Nga cho nổ quả bom khinh khí đầu tiên của họ vào năm 1953, tình thế càng thêm cấp bách. Các kế hoạch phát triển tên lửa Atlas được khởi động vào năm 1954, nhưng mãi đến năm 1958 nó mới được phóng thành công.

Chẳng mấy chốc, có hai chương trình. Một là phát triển tên lửa đạn đạo liên lục địa (ICBM) có thể mang vũ khí hạt nhân.⁶ Chương trình kia, do Tổng thống Kennedy khởi động cùng lúc, được gọi là chương trình Apollo, và nó sử dụng các tên lửa Saturn. Chương trình Apollo có mục tiêu đưa con người lên Mặt Trăng. Nhiều tên lửa trước đó, như Atlas, Redstone, và Titan, tạo nền tảng cho cả chương trình này và chương trình ICBM.

ICBM là một tên lửa đạn đạo với tầm xa hơn ba nghìn năm trăm dặm, và ICBM thường được thiết kế để mang đầu nổ hạt nhân. Nhiều ICBM ngày nay có tầm xa lên tới mười hai nghìn dặm. ICBM hiện đại thường mang nhiều thiết bị quay vào khí quyển độc lập, hay MIRV, mỗi thiết bị mang một đầu nổ hạt nhân riêng. Điều này khiến mỗi ICBM hiệu quả hơn và chết chóc hơn nhiều do nó có thể đánh trúng vài mục tiêu cùng một lúc. MIRV hoạt động được là do các đầu nổ hạt nhân (bom khinh khí) đã trở nên nhỏ hơn nhiều theo năm tháng. Ngoài ra, bản thân các tên lửa cũng trở nên nhỏ hơn và nay có tầm xa lớn hơn nhiều.

Toàn bộ ICBM lúc đầu đều được phóng từ các địa điểm trên mặt đất, cố định, rất yếu, có thể bị tấn công dễ dàng. Điều này đã thay đổi rất nhiều trong tiến trình Chiến tranh Lạnh. Nhiều ICBM được đặt trong các silo được bảo vệ, chủ yếu ở các bang phía bắc. Ngoài ra, ngày nay chúng đã đủ nhỏ để có thể phóng ra từ các xe tải nặng và xe chạy trên ray, khiến chúng khá linh động. Tuy nhiên, vị trí phóng hiệu quả nhất, chính là các tàu ngầm hạt nhân. Một khi lò phản ứng hạt nhân được phát triển và hoàn thiện, chúng lập tức được sử dụng trong tàu ngầm, và chúng tỏ đặc biệt hữu hiệu trong tàu ngầm. Trong khi tàu ngầm điện-diesel phải nổi lên mặt nước thường xuyên, thì tàu ngầm hạt

nhân có thể lặn một lần lâu hàng tháng. Và hầu như chẳng cần nạp nhiên liệu lại cho chúng; nhiên liệu đủ cho lò phản ứng của tàu ngầm hoạt động tới ba mươi năm được chở dễ dàng trên tàu ngầm đó. Trong một số trường hợp, lò phản ứng phát điện dùng để chạy chân vịt, và trong các trường hợp khác lò phản ứng sinh hơi nước lái các tuabin. Tuy nhiên, chế tạo tàu ngầm hạt nhân rất tốn kém, và bởi vậy, chỉ vài ba quốc gia sở hữu chúng mà thôi.

Toàn bộ tàu ngầm hạt nhân của Mỹ ngày nay được trang bị tên lửa đạn đạo có tầm xa liên lục địa. Tuy nhiên, lợi thế lớn nhất của tàu ngầm về mặt này là nó có độ linh động cao, tương đối khó phát hiện (mặc dù có thể dò tìm tàu ngầm bằng sonar), và đủ to để chở vài bộ MIRV.

Chẳng bao lâu sau khi ICBM mang đầu nổ được phát triển, một số nước bắt đầu nghiên cứu khả năng đương đầu với chúng. Đặc biệt, liệu có thể phát triển một tên lửa có khả năng bắn hạ một ICBM đang tới hay không? Các hệ thống như vậy được gọi là hệ thống chống tên lửa đạn đạo (ABM). Nghiên cứu đầu tiên về khả năng của một hệ thống như thế thật ra đã được Bell Labs thực hiện tận hồi giai đoạn cuối Thế chiến II. Người Anh bị bắn phá bởi các tên lửa V-1, sau đó đến V-2, và họ đang tìm kiếm một cách phòng thủ. V-1 không phải tên lửa dẫn đường, và máy bay chiến đấu của Anh và pháo binh mặt đất có thể bắn hạ một số tên lửa kiểu này. Nhưng khi tên lửa đạn đạo V-2 xuất hiện, có vẻ như không có cách phòng thủ nào do vận tốc và cao độ lớn của chúng. Thật vậy, nghiên cứu Bell Labs kết luận rằng không có cách nào bắn hạ tên lửa V-2. Đó là khi chưa ra đời máy vi tính tốc độ cao, và vào giữa thập niên 1950 một số quốc gia thật sự đang xem xét khả năng của hệ thống ABM.

Các hệ thống như thế ngày nay được phân chia thành hai loại: một loại hướng trực tiếp đến ICBM và loại kia chống các tên lửa nhỏ hơn. Hiện nay, chỉ có hai hệ thống có thể đánh chặn ICBM, vì chúng là một thử thách lớn hơn nhiều so với các tên lửa nhỏ hơn. Nước Mỹ đã phát triển cái gọi là hệ thống phòng thủ đánh chặn từ mặt đất (GMD). Hệ thống này đã được thử nghiệm rộng khắp trong nhiều năm, với cả thành công lẫn thất bại. Nó vẫn đang được

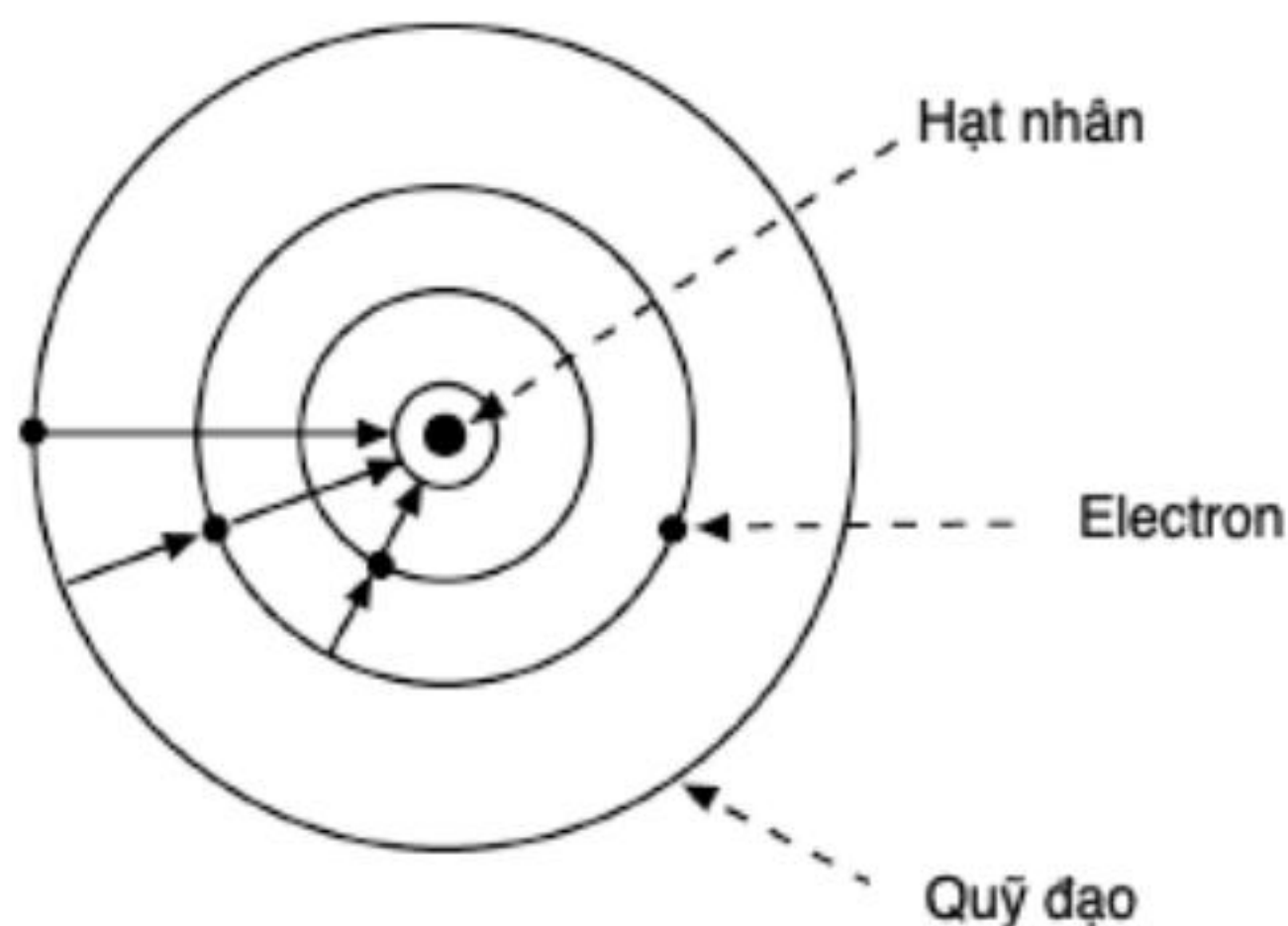
thực hiện. Nước Mỹ ngày nay có một vài hệ thống chiến thuật tầm ngắn, nhỏ hơn, hoạt động hiệu quả hơn.

CÁC VŨ KHÍ KHÁC: LASER

Một vũ khí hiện đại quan trọng khác của chiến tranh là laser. Khi những laser đầu tiên được phát triển vào thập niên 1960, người ta cho rằng chúng sẽ sớm trở thành thứ vũ khí nguy hiểm, có lẽ thay thế súng. Nói chung, Buck Rogers và nhiều tác giả khoa học viễn tưởng khác trước đây đã dùng từ “súng bắn tia”, và người ta tin rằng chúng sẽ sớm trở thành thực tế. Tuy nhiên, như chuyện võ lễ, chúng đã không thay thế súng truyền thống, nhưng trong thời gian gần đây chúng đã được dùng để bắn hạ máy bay không người lái và có thể vô hiệu hóa tàu thuyền nhỏ. Chúng cũng được sản xuất rộng rãi để đánh dấu mục tiêu nhằm xác định tầm xa.⁷

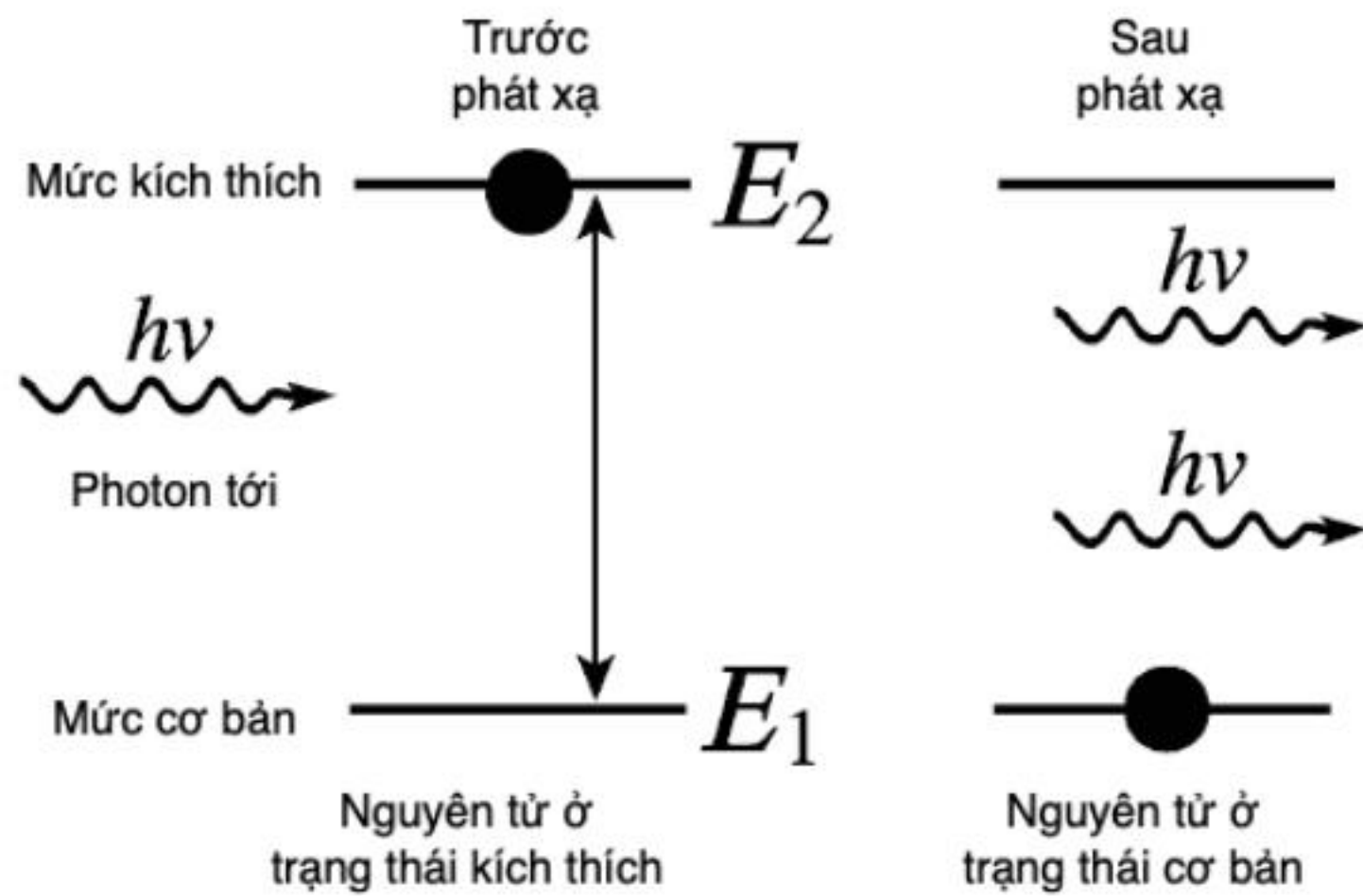
Mặc dù cho đến nay laser được sử dụng hạn chế với vai trò vũ khí chiến tranh, nhưng laser thật sự có tiềm năng đáng kể trong lĩnh vực đó, và chúng đã được sử dụng rộng rãi trong các dụng cụ thường ngày. Chúng được dùng trong máy chơi đĩa DVD và máy in laser, cùng với máy quét mã vạch ở các cửa hàng tiện lợi, và công dụng của chúng trong y khoa đã đem lại một cuộc cách mạng trong phẫu thuật. Hơn nữa, chúng còn được sử dụng rộng khắp trong công nghiệp khoan cắt và hàn.

Nguồn gốc của laser có thể truy nguyên đến một bài báo từ rất sớm của Einstein. Trong một bài báo còn sớm hơn nữa, Niels Bohr ở Đan Mạch nêu giả thuyết rằng các nguyên tử gồm hạt nhân (proton) cùng với các electron xoáy tít xung quanh chúng trong các quỹ đạo rời rạc khác nhau, tương ứng với các năng lượng khác nhau. Thật vậy, ta có thể phác họa một sơ đồ năng lượng đơn giản cho một nguyên tử. Bohr đề cập tới khả năng các electron nhảy tới nhảy lui giữa các mức năng lượng này, nhưng chính Einstein là người đặt ý tưởng này lên một nền tảng vững chắc.



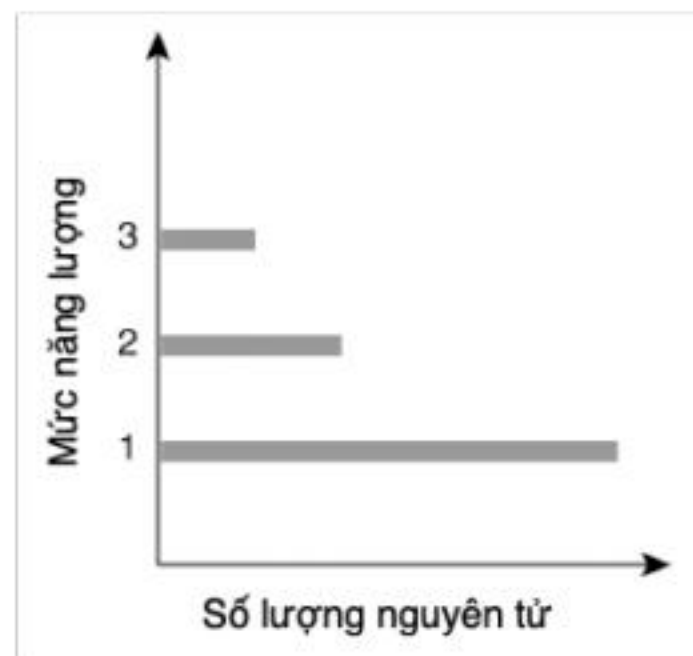
Cấu trúc cơ bản của một nguyên tử.

Trong sơ đồ trên, ta thấy một vài mức năng lượng cùng với electron ở một số mức. Khi một electron hấp thụ một photon ánh sáng, nó chuyển lên một mức cao hơn, hay mức kích thích; nghĩa là, lên quỹ đạo ở xa hạt nhân hơn. Thông thường nó chỉ ở lại mức đó trong một khoảng thời gian ngắn rồi nhảy trở xuống mức ban đầu (gọi là mức cơ bản của nó). Khi electron chuyển từ một trạng thái kích thích sang một trạng thái thấp hơn, nó phát ra một photon ánh sáng. Hiện tượng này gọi là sự phát xạ tự phát. Einstein còn nêu ra khái niệm phát xạ cảm ứng; trong trường hợp này, electron đã ở trong một trạng thái kích thích. Nếu chiếu một photon vào electron này, nó có thể bị ép xuống một trạng thái năng lượng thấp hơn, nhưng nó không hấp thụ photon đó. Thật vậy, nó phát ra một photon khác khi nó rơi xuống trạng thái thấp hơn, thế nên ta có hai photon hiện ra trong quá trình ấy. Và điều đặc biệt quan trọng, chúng đều có cùng bước sóng, và chúng cùng pha với nhau.

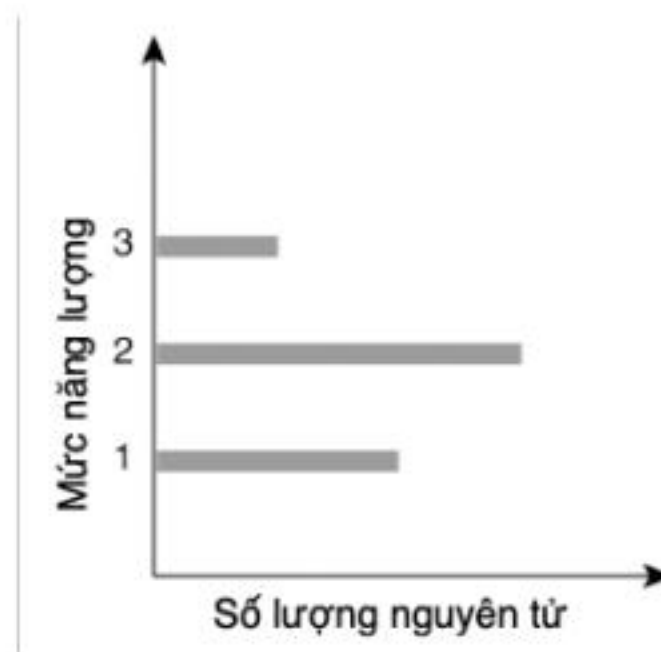


Sự phát xạ tự phát.

Đó là một hiện tượng thú vị, thế nhưng trong mấy năm trời chẳng ai chú ý đến nó. Tuy nhiên, trong Thế chiến II, radar đã được phát triển và sử dụng rộng rãi, thành ra có sự quan tâm đáng kể với việc tiếp tục phát triển nó sau chiến tranh. Một trong những lĩnh vực hấp dẫn là khả năng có một bộ khuếch đại vi sóng; nói cách khác, một dụng cụ sẽ làm tăng cường, hay khuếch đại, vi sóng. Joseph Weber thuộc Đại học Maryland trở nên đặc biệt quan tâm đến dụng cụ này. Sau khi nghiên cứu tường tận vấn đề, ông đi tới kết luận rằng có thể chế tạo một bộ khuếch đại khai thác sự phát xạ cảm ứng. Tuy nhiên, ông chỉ ra rằng người ta sẽ phải cần đến cái gọi là “nghịch đảo dân cư”. Một sự nghịch đảo như thế xảy ra khi mức năng lượng cao của một nguyên tử chứa nhiều electron hơn các mức thấp hơn. Đây không phải là tình huống bình thường; các electron trong nguyên tử thường được phân bố sao cho có nhiều nhất ở các mức năng lượng thấp, và ít electron ở các mức năng lượng cao.



Một sơ đồ năng lượng tiêu biểu cho thấy số electron trong mỗi mức năng lượng.



Sự nghịch đảo dân cư.

Thế nhưng làm thế nào có thể tạo ra sự nghịch đảo dân cư? Hiển nhiên sẽ cần một nguồn năng lượng buộc các electron nhảy lên các mức năng lượng cao hơn, và những nguồn năng lượng thích hợp sớm được tìm thấy. Ngày nay, chúng ta gọi chúng là *bơm*.

Weber đã thiết kế một máy khuếch đại vi sóng mà ông nghĩ là sẽ hoạt động được, nhưng ông không chế tạo nó. Nhiệm vụ này chừa lại cho Charles Townes thuộc Đại học Columbia. Townes cũng đang nghiên cứu vi sóng và xem xét khả năng có một máy khuếch đại. Ông quyết định thiết lập sự nghịch đảo dân cư bằng cái ông gọi là hộp cộng hưởng, đó là một cái hộp với các thành phản xạ. Ông nghĩ ra một phương pháp bơm các electron bên trong hộp cộng hưởng này lên trạng thái kích thích, và bằng cách làm thế ông đã thành công trong việc tạo ra sự nghịch đảo dân cư. Ngoài ra, ông còn nghĩ ra một phương pháp cho phép các electron thình lình rơi xuống trạng thái cơ bản. Bức xạ chúng giải phóng khi hiện tượng này xảy ra là bức xạ vi sóng “kết hợp”; nói cách khác, các bước sóng đều đồng nhịp và có cùng pha và cùng tần số

(xem sơ đồ). Trong quá trình này, ông đã tạo ra nguyên mẫu đầu tiên của cái ngày nay gọi là maser (trong khi maser sử dụng bức xạ vi sóng, laser sử dụng ánh sáng nhìn thấy).

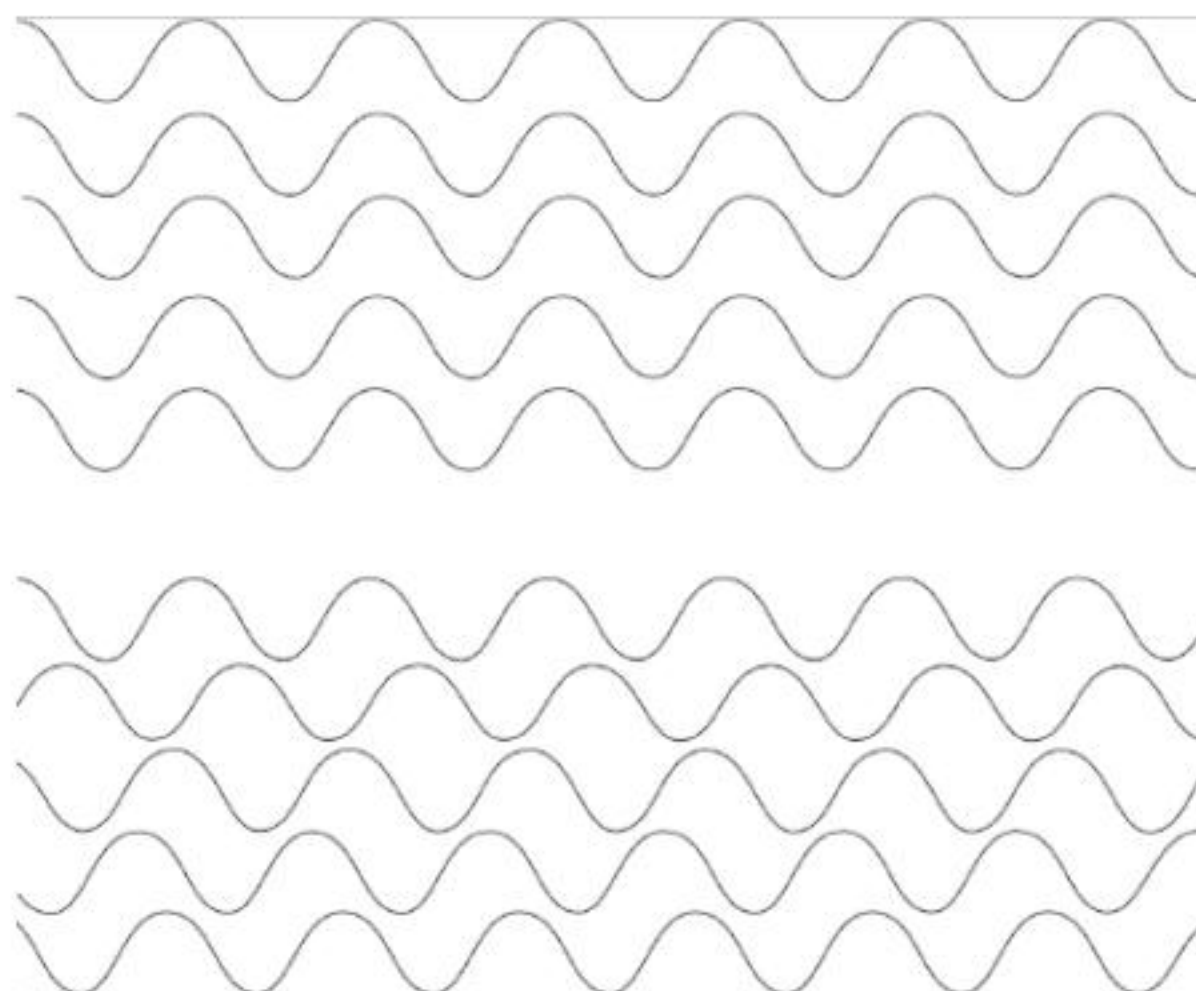


Charles Townes

Chỉ vài năm sau khi tạo ra maser, Townes bắt đầu nhìn đến khả năng có một dụng cụ tương tự sử dụng sóng quang học hay ánh sáng nhìn thấy. Dụng cụ này tỏ ra chẳng dễ dàng gì. Các photon quang học không giống lắm với photon vi sóng, và Townes mất mấy năm nghiên cứu mới chế tạo được một chiếc. Dụng cụ mới, gọi là laser (viết tắt cho máy khuếch đại ánh sáng bằng sự phát bức xạ cảm ứng), ngày nay làm lu mờ hẳn maser vì nó có nhiều công dụng hơn trong xã hội hiện đại.

Nguyên lý cơ bản của laser giống với maser. Mỗi laser tạo ra một chùm ánh sáng trong đó tất cả các photon là kết hợp. Trong một chùm sáng thông

thường, các photon thuộc nhiều bước sóng khác nhau (ánh sáng trắng gồm đủ màu sắc, mỗi màu có một bước sóng khác nhau), và các sóng đó không đồng bộ với nhau; do đó, chúng dễ dàng bị tán lạc ra khỏi chùm tia thành ra chùm tia không thể tập trung sắc nét. Trong một chùm laser, các photon (hay các sóng) là kết hợp và cùng tần số nên chúng *có thể* dễ dàng tập trung sắc nét.



Chùm tia phía trên: ánh sáng kết hợp. Chùm tia phía dưới: ánh sáng không kết hợp.

Như trong trường hợp vi sóng, ở đây cũng cần một hộp cộng hưởng; tuy nhiên, ở laser, nó thường được gọi là hộp cộng hưởng quang học. Môi trường bên trong hộp quang được gọi là môi trường phát laser; nó là một vật liệu có các đặc tính cần thiết cho sự khuếch đại ánh sáng bằng sự phát xạ cảm ứng. Để có sự khuếch đại này cần có một cái bơm; nó thường là một mạch điện hoặc một đèn flash. Các gương được đặt ở hai đầu của hộp quang, một gương bán trong suốt để một phần ánh sáng có thể đi xuyên qua nó. Ánh sáng bên trong hộp phản xạ tới lui trong môi trường phát laser và được khuếch đại mỗi lần nó đi qua. Về cơ bản, môi trường này là một tập hợp nguyên tử bị kích thích bởi một nguồn bên ngoài. Tự thân môi trường có thể ở dạng lỏng, khí, rắn, hoặc plasma.

Môi trường phát laser được “bơm” lên một trạng thái kích thích; nói cách khác, các nguyên tử bên trong nó ở trong trạng thái kích thích đó sau khi bơm hoạt động. Cuối cùng thì đạt tới sự nghịch đảo dân cư trong đó các trạng

thái năng lượng cao đông đúc hơn các trạng thái năng lượng thấp. Chùm tia phản xạ tăng dần cường độ cho đến cuối cùng nó đủ mạnh để xuyên thấu qua gương bán mạ. Cái đó là một chùm laser kết hợp.

Townes, cùng với người học trò Arthur Schawlow, là nhóm người đầu tiên thiết kế một laser hoạt động được, nhưng họ không chế tạo nó. Tuy nhiên, họ thật sự công bố một bài báo về nó, và họ đăng ký bằng sáng chế cho ý tưởng vào tháng Bảy 1958. Một công nhân nghiên cứu tại TRG Incorporated tên là Gordon Gould cũng đang nghiên cứu một dụng cụ tương tự. Gould thử đăng ký bằng sáng chế cho dụng cụ của ông vào tháng Tư 1959, nhưng đăng ký của ông bị từ chối, mặc dù Gould đã mô tả việc chế tạo laser của ông trong một cuốn sổ tay trước khi Townes và Schawlow đăng ký sáng chế của họ. Một vài phiên tòa đã diễn ra sau đó, và mất mấy năm mới dàn xếp xong.⁸ Ngày nay, hai nhóm đều được công nhận là đã phát minh ra laser, độc lập nhau.

Tuy nhiên, người đầu tiên thật sự chế tạo một laser hoạt động được là Theodore Maiman thuộc Phòng Nghiên cứu Hughes ở California. Dụng cụ của ông hơi khác với của Townes, Schawlow, và Gould; họ thiết kế một dụng cụ sử dụng chất khí làm môi trường phát laser. Maiman sử dụng một thỏi ruby cùng với một đèn flash xoắn ốc cuộn quanh nó làm máy bơm.

Bước tiếp theo, tất nhiên, là sử dụng laser làm vũ khí chiến tranh. Các dụng cụ giống laser như súng bắn tia đã được khai thác trong truyện khoa học viễn tưởng trong nhiều năm. Tuy nhiên, hóa ra thì sử dụng laser làm vũ khí khó khăn hơn nhiều so với tưởng tượng, và ít có khả năng để một vũ khí giống laser sẽ thay thế các trang bị nhỏ cầm tay trong tương lai gần. Trở ngại chủ yếu là vì laser đòi hỏi một nguồn năng lượng khổng lồ, và bởi vậy, có những vấn đề kỹ thuật nghiêm trọng. Tuy nhiên, các vũ khí lớn hơn là có thể, và hải quân trong thời gian gần đây đã chế tạo một món có khả năng vô hiệu hóa tàu địch và bắn hạ máy bay không người lái của phe địch. Ưu điểm lớn nhất của một laser như thế này là nó không đòi hỏi đạn dược tốn kém. Tuy nhiên, bản thân laser đó sẽ tương đối đắt đỏ.

Một hình thức laser trông có tiềm năng đáng kể là laser tia X. Nó tạo ra một chùm tia X kết hợp thay vì một chùm sáng quang học; do đó, nó mang nhiều năng lượng hơn. Nó là một phần của Sáng kiến Phòng thủ Chiến lược được đề xuất vào năm 1983 (thỉnh thoảng được gọi là “Star Wars”). Các laser như thế được cấp năng lượng bằng các vụ nổ hạt nhân. Tuy nhiên, các thử nghiệm rất cuộc cho thấy chúng không khả thi.

TRANSISTOR, BỘ VI XỬ LÝ, VÀ MÁY VI TÍNH

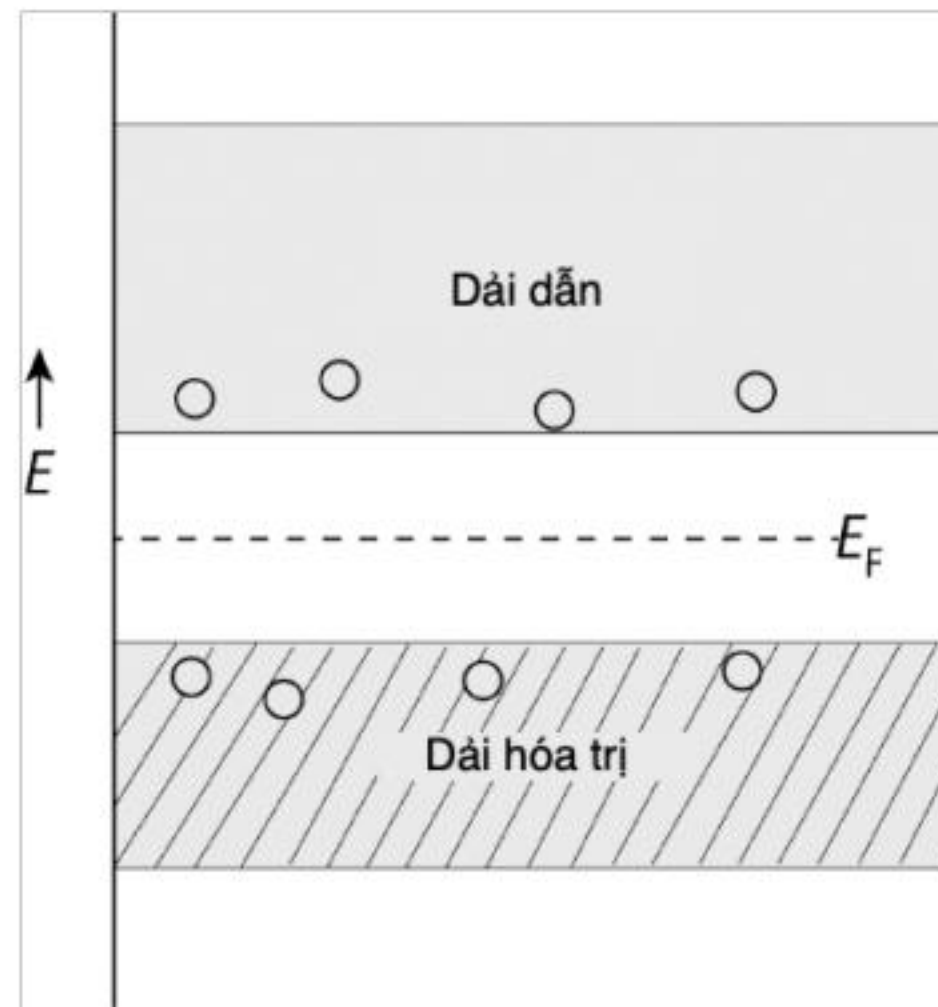
Nhiều đột phá khoa học đã dẫn tới những phát triển quan trọng về vũ khí học, nhưng phát minh transistor thì không. Mọi dụng cụ điện tử ngày nay đều dùng transistor ở dạng này hay dạng khác, và sẽ khó có một hình thức vũ khí nào đó nếu không sử dụng điện tử ở hình thức này hay hình thức khác. Thời đại điện tử ra đời khoảng đầu thế kỷ hai mươi cùng với phát minh triode, hay ống chân không. Nó đem lại cho chúng ta radar và nhiều dụng cụ điện tử khác. Nhưng ở nhiều mặt nó mong manh dễ vỡ, và tương đối lớn. Tuy nhiên, khi John Bardeen, Walter Brattain, và William Shockley phát triển transistor tại Bell Labs vào cuối năm 1947, thế giới điện tử đã trải qua một cuộc cách mạng. Các radio nhỏ xíu, máy tính bỏ túi thuộc đủ kiểu loại, và sau đó là các máy vi tính công suất mạnh. Ngày nay, đa số transistor được tìm thấy trong các mạch tổ hợp, hay bộ vi xử lý, như chúng thường được gọi; tuy nhiên, chính phát minh transistor đã khởi động cuộc cách mạng điện tử.⁹

Transistor là một dụng cụ có khả năng khuếch đại, hay tắt mở, các tín hiệu điện tử nạp vào. Nó được phát triển bởi các nhà vật lý chất rắn. Như tên gọi cho thấy, vật lý chất rắn nghiên cứu các chất rắn. Và, như bạn biết rõ, chất rắn có nhiều biến thể khác nhau. Một số là chất dẫn điện tốt; một số khác là chất cách điện (không dẫn điện), và có một nhóm lưng chừng gọi là chất bán dẫn. Chất bán dẫn tỏ ra đặc biệt quan trọng do các chất rắn thuộc loại này có thể làm cho transistor hoạt động.

Để hiểu rõ hơn một chút, ta hãy nhìn vào cấu trúc nguyên tử của kim loại và chất bán dẫn. Ta sẽ bắt đầu với chất khí. Các nguyên tử của một chất khí gồm một hạt nhân cùng với một số electron xoáy tít xung quanh nó trong các mức năng lượng khác nhau. Giả sử ta thiết đặt áp suất lên chất khí đó hoặc hạ nhiệt độ của nó. Điều gì xảy ra với nó? Các nguyên tử bắt đầu chuyển động đến gần nhau hơn và cuối cùng chất khí biến thành chất lỏng khi các nguyên tử càng lúc càng gần nhau. Lúc này mức năng lượng của các nguyên tử sẽ hoàn toàn tách biệt, nhưng khi bạn tiếp tục thiết lập áp suất (hoặc hạ thấp nhiệt độ), chất lỏng trở thành chất rắn, và các mức năng lượng của từng nguyên tử bắt đầu chồng lấn nhau. Chúng sẽ tạo ra cái chúng ta gọi là các dải năng lượng, đó là những vùng liên tục của năng lượng.

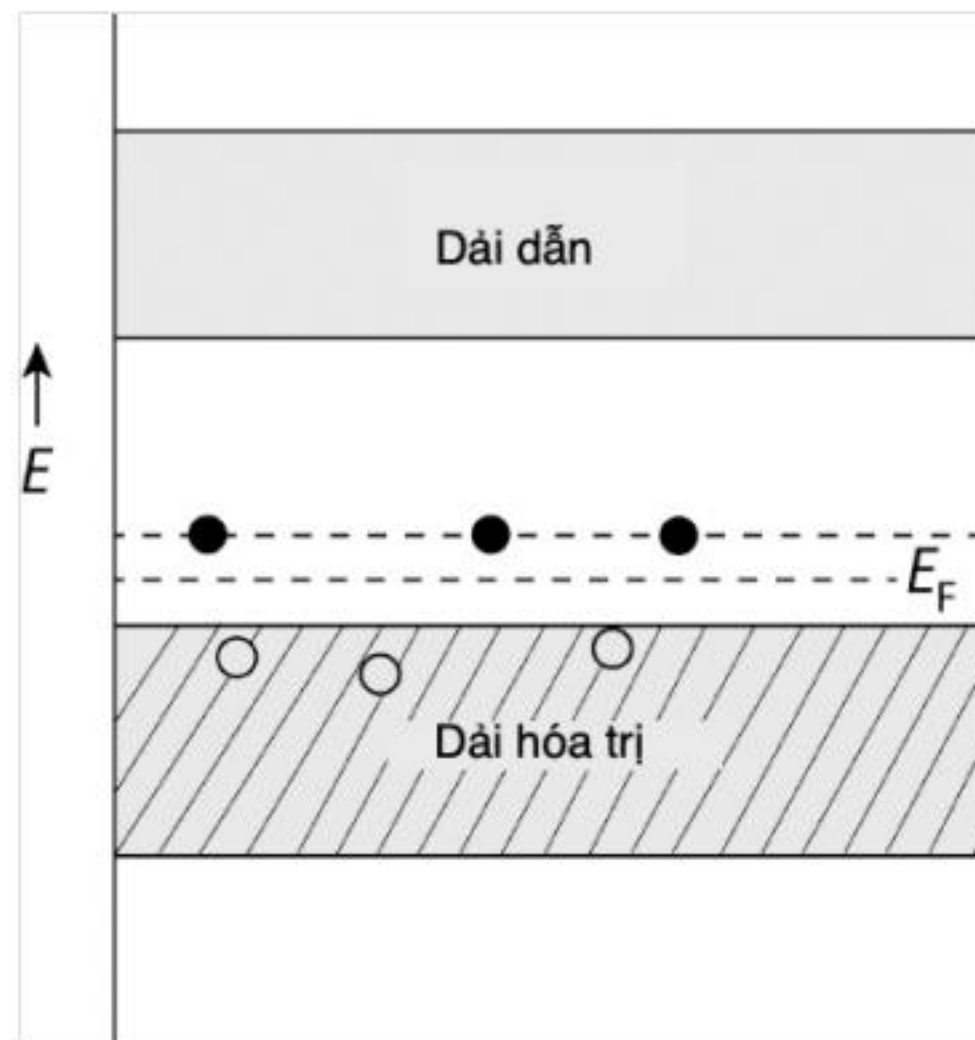
Các dải năng lượng này hình thành chính xác như thế nào thì phụ thuộc vào vật liệu nhất định đó đang bị nén hay bị làm lạnh. Nếu bạn có thể nhìn kỹ hơn vào các mức năng lượng này, bạn sẽ thấy một số mức có chứa electron, và một số mức trống không. Cũng có khe trống giữa các dải. Ở đa số kim loại và chất bán dẫn, quả thật có hai dải chính cùng với một khe trống ở giữa chúng. Chúng được gọi là dải hóa trị và dải dẫn. Cỡ của khe trống giữa hai dải xác định chúng là kim loại, chất bán dẫn, hay chất cách điện.

Một dòng điện, như chúng ta đã thấy ở phần trước, là một nhóm electron đang chuyển động trong mạng tinh thể do các nguyên tử kim loại hoặc chất bán dẫn tạo nên. Trên thực tế, các electron nhảy từ nguyên tử này sang nguyên tử kia. Tuy nhiên, để chuyển động trong mạng tinh thể, chúng phải có đủ năng lượng để chiến thắng “khe năng lượng”. Nói cách khác, bằng cách nào đó chúng phải thu đủ năng lượng để nhảy từ dải hóa trị sang dải dẫn. Chất bán dẫn có khe tương đối nhỏ, vì thế chẳng tốn bao nhiêu năng lượng cho các electron trong dải hóa trị nhảy lên dải dẫn. Các chất dẫn điện như đồng, mặt khác, có khe rất nhỏ hoặc không có, và các electron chảy rất dễ dàng khi có một điện áp đặt vào.



Dải dẫn và dải hóa trị. Lưu ý khe trống ở giữa chúng. E_F được gọi là các mức Fermi.

Hai chất bán dẫn quan trọng nhất, trong chừng mực mà các hệ thống điện tử quan tâm, là germanium và silicon. Cái khiến các chất bán này đặc biệt giá trị là chúng có thể “pha tạp” các nguyên tử tạp chất như boron và phosphorus. Các nguyên tử tạp chất hoặc thiếu hoặc thừa electron hóa trị (electron hóa trị chịu trách nhiệm cho sự dẫn điện của các nguyên tố). Pha tạp là quá trình chèn thêm các tạp chất này, làm xuất hiện các mức năng lượng mới bên trong khe trống, hoặc ngay bên dưới dải dẫn hoặc ngay phía trên dải hóa trị. Các mức nằm ngay bên dưới dải dẫn được tạo ra bởi các nguyên tử tạp chất cho; các mức nằm ngay phía trên dải hóa trị được tạo ra bởi các nguyên tử tạp chất nhận. Chất bán dẫn pha tạp chất cho (donor) được gọi là loại n. Chất bán dẫn pha tạp chất nhận (acceptor) được gọi là loại p. Khi một electron nhảy lên một mức acceptor, nó để lại một “lỗ trống” trong dải hóa trị, và lỗ trống này tác dụng như một electron dương.¹⁰



Sơ đồ mức năng lượng của một chất bán dẫn với electron trong các mức acceptor và các lỗ trống trong dải hóa trị.

Được trang bị những thông tin này, Bardeen và Brattain bắt đầu tìm cách sử dụng chất bán dẫn trong điện tử. Một trong những dụng cụ điện tử đơn giản nhất lúc ấy là máy chỉnh lưu – một dụng cụ chỉ cho phép dòng điện chạy theo một chiều. Họ quyết tâm xét khả năng chế tạo một máy chỉnh lưu dùng chất bán dẫn, họ tìm thấy một thứ còn hấp dẫn hơn nữa: một hình thức khuếch đại đơn giản. Khuếch đại là làm tăng cường tín hiệu; có thể là tăng dòng điện, điện áp, hoặc công suất. Trong các thí nghiệm của họ, Bardeen và Brattain thu được sự khuếch đại dòng điện và công suất nhưng không thu được sự khuếch đại điện áp. Dụng cụ đầu tiên của họ sử dụng các tiếp xúc điểm trên bề mặt của chất bán dẫn.

Bardeen và Brattain tiếp tục cải tiến dụng cụ của họ, nhưng có một vài vướng mắc với các đầu tiếp xúc. Một trong những vấn đề chủ yếu là có một lớp bề mặt trên chất bán dẫn hình như đang gây trở ngại. William Shockley, người chỉ đạo nhóm, lúc này tham gia nhiều hơn. Ông đề xuất rằng một cấu trúc bán dẫn ba lớp sẽ hoạt động suôn sẻ như thế và sẽ đơn giản hơn. Nói ngắn gọn, đây sẽ là các lớp tiếp xúc p-n đặt quay lưng vào nhau thành một dụng cụ dạng p-n-p hoặc n-p-n, cái ngày nay chúng ta gọi là transistor.

Có thể lập một số kết nối với mỗi transistor; thông thường một tín hiệu input qua hai kết nối được khuếch đại và tín hiệu output thu được qua hai kết nối kia. Theo năm tháng, kích cỡ của transistor cứ nhỏ dần; bởi thế, ngày nay chúng được tích hợp vào các mạch điện rất nhỏ thuộc đủ thể loại. Chúng sớm trở thành dụng cụ trọng yếu cho máy vi tính, và với công nghệ phát triển, chúng ngày càng trở nên nhỏ hơn nữa. Bởi thế, máy vi tính cũng trở nên rất nhỏ.

Cuối cùng, đa số transistor được tích hợp vào các mạch điện tí hon gọi là bộ vi xử lý. Các bánh xếp tí hon bắt đầu chứa hàng trăm, rồi hàng nghìn và thậm chí hàng trăm nghìn transistor tí hon và các linh kiện điện tử khác. Và thật bất ngờ, khi bộ vi xử lý trở nên nhỏ hơn chúng cũng trở nên đáng tin cậy hơn. Ngày nay, đúng theo nghĩa đen là có hàng tỉ transistor có thể đặt vào một bộ vi xử lý nhỏ xíu. Bởi thế, máy vi tính thuộc đủ kiểu hiện diện xung quanh chúng ta ở rất nhiều hình thức đa dạng, và chúng đã cách mạng hóa các vũ khí chiến tranh. Chúng được tìm thấy trong xe tăng, máy bay, tên lửa dẫn đường, tên lửa, nhiều loại súng, và hầu hết mọi loại bom.

VỆ TINH VÀ MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI

Chúng ta thường không nghĩ vệ tinh là vũ khí chiến tranh, và cho đến nay chúng chưa tham vào chiến đấu trực tiếp, mặc dù trên lý thuyết chúng có thể được trang bị nhiều kiểu vũ khí, bao gồm laser đủ kiểu loại, vũ khí chùm hạt, và cả tên lửa. Như ta đã thấy ở phần trước, Sputnik được Liên Xô phóng lên vào năm 1957. Explorer 1, vệ tinh Mỹ đầu tiên, được phóng lên vào năm sau đó, nhưng trong mấy năm liền nước Mỹ bị Liên Xô dẫn trước về công nghệ không gian. Mặc dù vệ tinh đã được sử dụng cho nhiều mục đích thương mại, bao gồm truyền hình liên lục địa, truyền dẫn điện thoại đường dài, dự báo thời tiết, dẫn đường GPS, nhưng một trong những công dụng trọng yếu chúng là do thám, và chúng ta hướng sự chú ý của mình sang các vệ tinh do thám.

Trong mấy năm sau Sputnik, cả Mỹ và Liên Xô đều phóng vệ tinh để do thám. Ban đầu, các vệ tinh do thám thu dữ liệu rồi ghi vào các hộp nhỏ từ đó khôi phục thông tin. Tuy nhiên, chẳng mấy chốc thì radio được dùng làm phương tiện thu hồi thông tin. Loạt vệ tinh do thám đầu tiên do nước Mỹ phóng lên vào năm 1959 có tên là Corona. Kể từ đó, một số lượng lớn vệ tinh do thám đã được khởi động, khi các kỹ thuật do thám ngày càng trở nên phức tạp hơn. Nhiều quốc gia khác, bao gồm Israel, Anh, Pháp, Đức, và Ấn Độ, ngày nay đều phóng vệ tinh do thám riêng của họ.

Bầu trời ngày nay tràn ngập vệ tinh do thám, phần lớn quay trên đầu ở độ cao một trăm đến hai trăm dặm. Chúng chuyển động xấp xỉ 17.500 dặm trên giờ, chụp ảnh nhanh hàng triệu thứ mà bên quân đội và Cục Tình báo Trung ương quan tâm. Trên thực tế, chúng là các camera kỹ thuật số khổng lồ hướng về phía Trái Đất. Mọi người đã nghe nói tới những khám phá bất ngờ của Kính thiên văn Vũ trụ Hubble, với cái gương khổng lồ của nó. Nhưng hóa ra, ngày nay nước Mỹ có các kính thiên văn trên vệ tinh lớn và mạnh như Hubble, chỉ có điều là chúng hướng về Trái Đất. Chúng được gọi là vệ tinh do thám loại Keyhole (KH), và chúng cung cấp các ảnh chụp phân giải rất cao; trên thực tế, chúng có thể phân giải các vật xuống tới năm hoặc sáu inch.¹¹

Thế nhưng độ phân giải cao chưa phải đặc tính duy nhất của chúng. Các vệ tinh mới ngày nay có thể chụp ảnh stereo (ảnh liên tiếp ở một góc hơi khác), với sự hỗ trợ của máy vi tính, chúng có thể đem lại các hình ảnh ba chiều. Ngoài ra còn thu được ảnh chụp vô tuyến và ảnh chụp hồng ngoại. Ảnh hồng ngoại đặc biệt hữu ích vì nó cho phép camera nhìn xuyên qua các đám mây và dùng cả vào ban đêm. Hơn nữa, việc thu thập do thám ngày nay trở nên tinh vi và nhanh đến mức một radio hay điện thoại di động có thể khoanh vùng và định vị hầu như tức thì, và mệnh lệnh định vị của chủ sở hữu chúng có thể được xử lý trong vòng vài phút.

Trên thực tế, đa số vệ tinh ngày nay có chứa các máy vi tính nhanh, đắt tiền, có thể xử lý những lượng dữ liệu đồ sộ trong một phần nhỏ của một giây. Dữ liệu này có thể truyền nhanh xuống một trung tâm điều hành trên mặt đất.

Ngoài vệ tinh, máy bay không người lái cũng được sử dụng rộng rãi ngày nay. Chúng thường được gọi là drone. Drone được sử dụng rộng khắp trong chiến tranh ở Iraq và Afghanistan. Hai mẫu chủ yếu được Mỹ sử dụng là MQ-1 Thụ Săn Mồi và MQ-9 Thần Chết (nhưng các mẫu khác cũng được sử dụng). Chúng được gọi là UAV (thiết bị bay không người lái) hoặc RPV (phương tiện lái từ xa). Và rõ ràng chúng đang làm thay đổi bản chất của giao chiến trên không hiện đại và giao chiến nói chung. Tất nhiên, ưu điểm chính của chúng là người phi công không còn chịu nguy hiểm. Tuy vậy, máy bay vẫn có thể giáng đòn thiệt hại đáng kể cho phe địch. Một ưu điểm quan trọng nữa là chúng rẻ tiền hơn nhiều so với máy bay chiến đấu thông thường. Thụ săn mồi chỉ dài khoảng hai mươi bảy foot.¹²

“Phi công” của các drone này thường ở xa hàng nghìn dặm. Đối với các máy bay không người lái dùng ở Iraq, Afghanistan, và Pakistan, người phi công thường làm việc tại một trại quân sự ở nước Mỹ, tại đó anh ta hoặc cô ta ngồi trước một màn hình hiển thị những gì mà một phi công trên máy bay bình thường sẽ thấy, và điều khiển drone đó như thể đang ngồi trong “buồng lái” của nó. Hơn nữa, phi công còn có thể giao tiếp với binh lính trên mặt đất bên dưới drone. Đặc biệt, anh ta hoặc cô ta cung cấp cho họ thông tin về vị trí và năng lực của quân địch.



Một drone thú săn mồi.

Đa số drone nhỏ hơn rất nhiều so với máy bay chiến đấu, và chúng không được trang bị tốt như thế. Drone thú săn mồi thường có hai vũ khí, vì chúng chủ yếu được dùng để do thám; tuy nhiên, Thần Chết thì được trang bị tên lửa. Tuy nhiên, người Anh đang thiết kế một mẫu họ gọi là Taranis, nó sẽ kích cỡ ngang với chiến cơ. Nó sẽ được trang bị vài loại vũ khí, và nó có khả năng tự phòng thủ trước sự tấn công từ máy bay khác. Không lực Israel cũng có các máy bay không người lái gọi là Hermes 450, chúng được trang bị tên lửa. Nhiều nước có drone sử dụng Sperwer, được sản xuất ở Pháp. Nó có khả năng bay liên tục trong mười hai giờ, và nó được trang bị các dụng cụ điện-quang trong đó có cảm biến hồng ngoại và radar; nó còn mang theo tên lửa và vũ khí chống tăng.

CÁC VŨ KHÍ CHIẾN TRANH CỦA TƯƠNG LAI

Bạn phải nhìn sang khoa học viễn tưởng mới thấy hết mọi kiểu vũ khí của tương lai. Thế có bao nhiêu trong số chúng là thực tế hay dù là khả thi? Một vài trong số chúng rất cuộc sẽ được sử dụng trong chiến tranh, còn phần đa thì không. Ta hãy xét một số vũ khí tương lai có thể một ngày nào đó sẽ rời khỏi bản phác thảo mà đi vào cuộc sống.

Một trong những món vũ khí hấp dẫn nhất được gọi là bom điện từ, và mặc dù nó có thể hủy diệt một nền văn minh, nhưng nó không sát thương. Ý tưởng về một loại bom như thế lần đầu xuất hiện vào năm 1960 khi những quả bom khinh khí đầu tiên ra đời. Một trong những hiện tượng đo được là cường độ của xung điện từ do vụ nổ sinh ra. Các nhà khoa học sớm xác định được rằng xung này được cảm nhận ở một cự li rất xa – xa vụ nổ đến chín trăm dặm. Hơn nữa, vụ nổ còn gây tổn hại cho sự vận hành của trang thiết bị trên máy bay ở xa nhiều dặm.¹³

Thoạt đầu các nhà khoa học không chú ý nhiều đến mối nguy hiểm gắn liền với xung điện từ được sinh ra đó. Nhưng họ tự hỏi nó được sinh ra *như thế nào*. Và họ sớm có câu trả lời. Trong một vụ nổ hạt nhân, số lượng lớn tia

gamma được sinh ra, và đến lượt chúng, tia gamma tạo ra các electron tốc độ cao, một phần trong số chúng bị bắt giữ trong từ trường của Trái Đất. Các electron này gây ra điện trường và từ trường mạnh, từ đó gây ra các dòng điện và điện áp cực cao trong bất kì thiết bị điện hay điện tử nào. Tóm lại, mọi thiết bị điện tử đều bị phá hủy bởi các xung này, bao gồm mọi máy vi tính, thiết bị truyền thông, và điện thoại, cùng với các hệ thống điện trong ô tô, máy bay, và vân vân. Một vụ nổ như thế có thể mang xã hội đến chỗ chững lại và gây thiệt hại hàng tỉ đô la.

Giới quân sự đã và đang tìm cách tạo ra các xung điện từ nhanh nhưng cực mạnh. Sẽ thật bất tiện nếu phải cho nổ một quả bom nguyên tử để tạo ra chúng, và thật vậy chúng có thể được tạo ra tương đối dễ dàng mà chẳng cần đến bom. Tất cả những gì cần thiết là một ít thuốc nổ gói vào bên trong của một cuộn dây đồng lớn. Thời khắc trước khi nổ, cuộn dây phải được cấp năng lượng bằng một dải tụ điện để tạo ra từ trường. Vụ nổ gây ra ngắn mạch di chuyển, thành ra làm nén từ trường. Kết quả là một xung điện cường độ mạnh tức thì truyền từ dụng cụ ra mọi hướng.

Xung điện lan ra từ một dụng cụ như thế có thể làm tê liệt phần lớn nước Mỹ. Nếu được kích nổ ở độ cao 250 dặm phía trên một bang trung tâm như Kansas, nó có thể phá hủy toàn bộ trang bị điện tử và dụng cụ điện tử trong hầu hết nước Mỹ.

Có cách nào phòng thủ trước một hệ thống như thế không? Thật ra, người ta có thể che chắn các hệ thống điện tử, nhưng các lá chắn như thế thật tốn kém, và chúng không còn khả năng thực tiễn trong nhiều năm.

Còn các hệ thống khác thì sao? Ở phần trước, chúng ta đã nói về laser tia X, và đã có sự nghiên cứu đáng kể nhằm phát triển chúng. Tuy nhiên, có một vướng mắc nghiêm trọng với khái niệm trên, khi so với laser quang học hay vi sóng. Thời gian sống của các electron kích thích mà nó tạo ra là rất ngắn, và có những khó khăn trong việc chế tạo gương phản xạ tia X. Bởi vậy, các chùm laser tia X thường có tính kết hợp kém, và thật khó giải quyết vấn đề

này. Giải pháp tốt nhất có vẻ như là sử dụng plasma ion hóa cao làm môi trường hoạt tính. Ý tưởng này cho thấy một số hứa hẹn, nhưng cho đến nay các vũ khí hiệu nghiệm sử dụng laser tia X vẫn chưa được chế tạo.

Một tiếp cận khác tương tự như vậy là sử dụng các chùm nguyên tử hay hạt hạ nguyên tử năng lượng cao làm vũ khí. Tất nhiên, các chùm hạt như thế được tạo ra mỗi ngày trên khắp thế giới. Chúng là các chùm hạt được tạo ra bởi máy gia tốc thuộc đủ chủng loại, bao gồm cyclotron và máy gia tốc thẳng. Công nghệ gắn liền với máy gia tốc hạt, tất nhiên, đã được biết rõ. Các hạt thường được gia tốc là electron, neutron, positron, proton, và các nguyên tử ion hóa. Các hạt tích điện khó tập trung và giữ trong một chùm hẹp vì chúng đẩy lẫn nhau, vì thế hạt tốt nhất để làm vũ khí sẽ là neutron. Các chùm hạt thuộc loại này có một vài ưu điểm. Thứ nhất, các hạt chuyển động ở tốc độ gần bằng tốc độ ánh sáng. Thứ hai, chúng có thể được tạo ra với năng lượng rất cao. Nghiên cứu về những chùm hạt như thế hiện đang diễn ra ở một vài nơi, trong đó có phòng thí nghiệm Chùm Ion tại Căn cứ Không quân Kirtland.

Trở lại với những vũ khí ít mới lạ hơn, các nhà nghiên cứu cũng đang phát triển các súng phóng lựu rất phức tạp. Súng phóng lựu XM25 được trang bị một ống ngắm laser và một máy tính tích hợp. Nó được thiết kế sao cho lựu đạn có thể được chùm laser dẫn hướng đến mục tiêu. Sau đó lựu đạn sẽ nổ giữa lưng chừng không ngay phía trước mục tiêu.¹⁵ “Đạn thông minh” có lẽ cũng đang trên đường hoàn thiện. Đây là những viên đạn linh động trong khi bay và được điều khiển bằng một hệ thống dẫn hướng. Chúng sẽ đặc biệt hiệu nghiệm nếu mục tiêu đang di chuyển.¹⁶

Các robot thuộc đủ kiểu loại cũng được xem là vũ khí khả dĩ trong nhiều năm qua. Chúng đã được chứng minh là hữu ích trong việc làm sạch quặng mỏ. Tuy nhiên, Hệ thống Robot Trang bị Modul Tiên tiến (MAARS®) đang được khai thác thương mại bởi QinetiQ North America, là một thiết bị mặt đất không người lái được điều khiển từ xa. Nó có tích hợp camera, detector chuyển động, microphone, và một vài dụng cụ khác. Nó di chuyển bằng các bánh xích liên tục, kiểu giống như trên xe tăng, và nó có thể được triển khai

cho các mục đích trinh sát, do thám, và thu thập mục tiêu. Nó cũng có thể mang theo một hệ thống vũ khí.¹⁷

Cuối cùng, một vũ khí khả dĩ khác đáng được nhắc tới ở đây, mặc dù nó trông có vẻ như xa vời. Trước đây ta đã thấy rằng máy bay không người lái và vệ tinh đang được dùng để do thám và cho các mục đích khác. Trông có vẻ lạ, nhưng người ta đang phát triển các bộ cảm biến có thể giải mã các sóng điện tử trong não người. Một vệ tinh hay máy bay không người lái được trang bị một dụng cụ như vậy một ngày nào đó sẽ có thể “đọc suy nghĩ” của kẻ thù trên chiến trường.

Một số vũ khí khả dĩ này của tương lai trông cứ như sản phẩm của trí tưởng tượng thuần túy, nhưng hãy hình dung một chiến binh của Đế quốc Ba Tư sẽ cảm thấy thế nào nếu anh ta được nghe nói về súng hỏa mai dùng trong Cuộc chiến Ba Mươi Năm. Một người lính của Napeleon sẽ nghĩ gì nếu được nghe nói về máy bay có vũ trang và tàu ngầm của Thế chiến I? Đối với người dân Nagasaki và Hiroshima thì rõ ràng bom nguyên tử là thứ quái gở, mãi cho đến tháng Tám 1945, khi các vụ nổ nguyên tử bất ngờ biến tất cả thành hiện thực. Bởi sự hiểu biết không ngừng tăng lên của chúng ta về các định luật của tự nhiên, loài người đã học cách chế tạo vũ khí có sức hủy diệt ngày càng lớn hơn. Khi các nhà vật lý tiếp tục mở rộng vốn hiểu biết của chúng ta, hầu như chắc chắn các vũ khí chiến tranh của chúng ta sẽ tiếp tục phát triển. Niềm hi vọng rất lớn cho thế kỷ hai mươi mốt và về sau là thay vì tăng cường tính chém giết của chiến tranh, sự tiến bộ như thế sẽ thúc đẩy phát triển các vũ khí chính xác, không sát thương cuối cùng sẽ cho phép giải quyết các xung đột mà không gieo rắc chết chóc như đã từng xảy ra quá phổ biến trong thế kỷ hai mươi.

GHỊ CHÚ THAM KHẢO

CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU

1. "Battle of Megiddo (15th Century BC)," *Wikipedia*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Battle_of_Megiddo_\(15th_century_BC\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Battle_of_Megiddo_(15th_century_BC)) (truy cập ngày 1 tháng Bảy 2013); Jimmy Dunn, "The Battle of Megiddo," *Tour Egypt*, <http://www.touregypt.net/featurestories/megiddo.htm> (truy cập ngày 1 tháng Bảy 2013).
2. N. S. Gill, "Pharaoh Thutmose III and the Battle of Megiddo," *About.com*, <http://ancienthistory.about.com/od/egyptmilitary/qt/070607Megiddo.htm> (truy cập ngày 2 tháng Bảy 2013).

CHƯƠNG 2. CHIẾN TRANH THỜI XƯA VÀ SỰ RA ĐỜI CỦA VẬT LÝ HỌC

1. Một tài liệu hay về Trận Kadesh, xem Robert Collins Surh, "Battle of Kadesh," *Military History*, tháng Tám 1995. Bài báo có thể tìm online tại Historynet.com, <http://www.historynet.com/battle-of-Kadesh.htm> (truy cập ngày 23 tháng Bảy 2013).
2. Ernest Volkman, *Science Goes To War* (New York: John Wiley and Sons, 2002), trang 17.
3. Ibid., trang 20.
4. Robert O'Connell, *Of Arms and Men* (New York: Oxford University Press, 1989), trang 39.
5. "Aristotle," *Ancient Greece*, <http://www.ancientgreece.com/s/People/Aristotle> (truy cập ngày 15 tháng Mười Hai 2012).
6. Linda Alchin, "Ballista," *Middle Ages*, <http://www.middle-ages.org.uk/ballista.htm> (truy cập ngày 18 tháng Mười Hai 2012).
7. Linda Alchin, "Trebuchet," <http://www.middle-ages.org.uk/trebuchet.htm> (truy cập ngày 20 tháng Mười Hai 2012).
8. W. W. Tarn, *Philip of Macedon, Alexander the Great* (Boston: Beacon Press, 1972).
9. Volkman, *Science Goes To War*, trang 30.
10. E. J. Dijksterhuis, *Archimedes* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1983).

CHƯƠNG 3. VẬT LÝ HỌC CƠ BẢN CỦA NHỮNG VŨ KHÍ THỜI XƯA

1. Isaac Asimov, *The History of Physics* (New York: Walker, 1966), trang 13.
2. Ibid., trang 26.

3. Ibid., trang 65.
4. Ibid., trang 84.
5. Barry Parker, *Science 101: Physics* (Irvington, NY: Collins-Smithsonian, 2007), trang 24.
6. Ibid., trang 26
7. "The Physics of Archery," Mr. Fizzix, 2001, <http://www.mrfizzix.com/archery> (truy cập ngày 3 tháng Giêng 2013).
8. Franco Normani, "The Physics of Archery," Real World Physics Problems, <http://www.real-world-physics-problems.com/physics-of-archery.html> (truy cập ngày 5 tháng Giêng 2013).

CHƯƠNG 4. SỰ PHÁT TRIỂN VÀ SỰ ĐỔ VÀ ĐỂ CHẾ LA MÃ VÀ NHỮNG CUỘC CHIẾN TRANH ANH-PHÁP THUỞ XƯA

1. Ernest Volkman, *Science Goes to War* (New York: John Wiley and Sons, 2002), trang 35.
2. Robert O'Connell, *Of Arms and Men* (New York: Oxford University Press, 1989), trang 69.
3. "The Battle of Adrianople (Hadrianopolis)," Illustrated History of the Roman Empire, <http://www.roman-empire.net/army/adrianople.html> (truy cập ngày 10 tháng Giêng 2013).
4. David Ross, "The Battle of Hastings," Britain Express, <http://www.britainexpress.com/History/battles/hastings.htm> (truy cập ngày 13 tháng Giêng 2013).
5. Kennedy Hickman, "Hundred Years' War: Battle of Crécy," About.com, <http://www.militaryhistory.about.com/od/battleswars12011400/p/crecy.htm> (truy cập ngày 16 tháng Giêng 2013).
6. Volkman, *Science Goes to War*, trang 38.
7. "The Battle of Agincourt," BritishBattles.com, <http://www.britishbattles.com/100-years-war/agincourt.htm> (truy cập ngày 19 tháng Giêng 2013).
8. Robert Hardy, *Longbow: A Social and Military History* (New York: Lyons and Burford, 1993).
9. "The Physics of Archery," Mr. Fizzix, 2001, <http://mrfizzix.com/archery> (truy cập ngày 21 tháng Giêng 2013).
10. Franco Normani, "The Physics of Archery," Real World Physics Problems, <http://www.real-world-physics-problems.com/physics-of-archery.html> (truy cập ngày 24 tháng Giêng 2013).

CHƯƠNG 5. THUỐC SÚNG VÀ ĐẠI BÁC: NHỮNG KHÁ PHÁ LÀM THAY ĐỔI NGHỆ THUẬT CHIẾN TRANH VÀ THẾ GIỚI

1. Jack Kelly, *Gunpowder* (New York: Basic Books, 2004), trang 12.
2. Ibid., trang 17.
3. J. R. Partington, *A History of Greek Fire and Gunpowder* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1999), trang 22.
4. Kelly, *Gunpowder*, p. 23; Partington, *A History of Greek Fire*, trang 69.
5. Robert O'Connell, *Of Arms and Men* (New York: Oxford University Press, 1989), trang 108; Kelly, *Gunpowder*, trang 41.
6. Partington, *A History of Greek Fire*, trang 91.
7. "Huolongjing," *Wikipedia*, <http://en.wikipedia.org/wiki/Huolongjing> (truy cập ngày 6 tháng Tám 2013).
8. Ernest Volkman, *Science Goes to War* (New York: John Wiley and Sons, 2002), trang 53; Kelly, *Gunpowder*, trang 49.
9. Volkman, *Science Goes to War*, trang 63; Kelly, *Gunpowder*, trang 55.
10. Chris Trueman, "Charles VIII," History Learning Site, <http://www.historylearningsite.co.uk/c8.htm> (truy cập ngày 27 tháng Giêng 2013).

CHƯƠNG 6. BA NGƯỜI ĐI TRƯỚC THỜI ĐẠI: DA VINCI, TARTAGLIA, VÀ GALILEO

1. "Leonardo da Vinci," *Wikipedia*, http://en.wikipedia.org/wiki/leonardo_da_vinci (truy cập ngày 29 tháng Giêng 2013).
2. Christopher Lampton, "Top 10 Leonardo da Vinci Inventions," HowStuffWorks.com, January 25, 2011, <http://www.howstuffworks.com/innovations/famous-inventors/10-Leonardo-da-Vinci-Inventions.htm> (truy cập ngày 1 tháng Hai 2013).
3. "Science and Inventions of Leonardo da Vinci," *Wikipedia*, http://en.wikipedia.org/Science_and_inventions_of_Leonardo_da_Vinci (truy cập ngày 2 tháng Hai 2013).
4. Ernest Volkman, *Science Goes to War* (New York: John Wiley and Sons, 2002), trang 77.
5. "Tartaglia Biography," MacTutor History of Mathematics, <http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Biographies/Tartaglia.html> (truy cập ngày 3 tháng Hai 2013).
6. J. Bronowski, *The Ascent of Man* (Boston: Little, Brown and Company, 1973), trang 198.
7. Mary Bellis, "Galileo Galilei," About.com, http://www.inventors.about.com/od/gstartinventors/a/Galileo_Galilei.htm (truy cập ngày 6 tháng Hai 2013); "Galileo Galilei," *Wikipedia*,

http://en.wikipedia.org/wiki/Galileo_Galilei (truy cập ngày 6 tháng Hai 2013).

8. Thí nghiệm này chắc chắn được thực hiện vài năm sau này.

CHƯƠNG 7. TỪ SÚNG ỔNG SƠ KHAI CHO ĐẾN VŨ KHÍ HỦY DIỆT TOÀN BỘ

1. J. R. Partington, *A History of Greek Fire and Gunpowder* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1999), trang 97.

2. Jack Kelly, *Gunpowder* (New York: Basic Books, 2004), trang 70; “Matchlock,” *Wikipedia*, <http://en.wikipedia.org/wiki/matchlock> (truy cập ngày 9 tháng Hai 2013).

3. Kelly, *Gunpowder*, trang 76.

4. “Wheellock,” *Wikipedia*, <http://en.wikipedia.org/wiki/wheellock> (truy cập ngày 10 tháng Hai 2013).

5. Ernest Volkman, *Science Goes to War* (New York: John Wiley and Sons, 2002), trang 91; Matt Rosenberg, “Prince Henry the Navigator,” About.com, <http://www.geography.about.com/od/historyofgeography/a/princehenry.htm> (truy cập ngày 13 tháng Hai 2013).

6. Volkman, *Science Goes to War*, p. 99; F. Streicher, “Paolo dal Pozzo Toscanelli,” *Catholic Encyclopedia* (New York: Robert Appleton, 1912), có online tại New Advent, <http://www.newadvent.org/cathen/14786a.htm> (truy cập ngày 14 tháng Hai 2013).

7. A. F. Pollard, “King Henry VIII,” excerpted from *Encyclopedia Britannica*, 11th ed. (Cambridge: Cambridge University Press, 1910), 8: 289, có online tại Luminarium.org, <http://www.luminarium.org/renlit/tudorbio.htm> (truy cập ngày 15 tháng Hai 2013).

8. Mary Bellis, “William Gilbert,” about.com, http://www.inventors.about.com/library/inventors/bl_william_gilbert.htm (truy cập ngày 17 tháng Hai 2013).

9. Volkman, *Science Goes to War*, trang 104.

10. Dava Sobel, *Longitude: The True Story of a Lone Genius Who Solved the Greatest Problem of His Time* (New York: Walker and company, 2007).

11. Kelly, *Gunpowder*, trang 132.

12. R. L. O'Connell, *Of Arms and Men* (New York: Oxford University Press, 1989), trang 141.

13. “Gustavus Adolphus of Sweden,” Answers.com, <http://www.answers.com/topic/gustav-ii-adolph-of-sweden> (truy cập ngày 20 tháng Hai 2013).

14. Barry Parker, *Science 101: Physics* (Irvington, NY: Collins-Smithsonian, 2007), trang 8; J. Bronowski, *The Ascent of Man* (Boston: Little, Brown and Company, 1973), trang 221.

CHƯƠNG 8. TÁC ĐỘNG CỦA CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP

1. Ernest Volkman, *Science Goes to War* (New York: John Wiley and Sons, 2002), trang 116.
2. "Louis XIV Biography," Bio, <http://www.biography.com/people/louis-xiv-9386885> (truy cập ngày 22 tháng Hai 2013).
3. J. Bronowski, *The Ascent of Man* (Boston: Little, Brown and company, 1973), trang 259.
4. Mary Bellis, "James Watt—Inventor of the Modern Steam Engine," About.com, http://inventors.about.com/od/wstartinventors/a/james_watt.htm (truy cập ngày 24 tháng Hai, 2013); Carl Lira, "Biography of James Watt," Michigan State University College of Engineering, <http://www.egr.msu.edu/~lira/supp/steam/wattbio.html> (truy cập ngày 24 tháng Hai, 2013).
5. Bronowski, *Ascent of Man*, trang 274.
6. Volkman, *Science Goes to War*, trang 126; J. J. O'Connor và E. F. Robertson, "Benjamin Robins," MacTutor History of Mathematics Archive, <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Robins.html> (truy cập ngày 27 tháng Hai 2013).
7. "Flintlock," *Wikipedia*, <http://en.wikipedia.org/wiki/flintlock>.
8. C. D. Andriessse, *Huygens: The Man behind the Principle* (Cambridge: Cambridge University Press, 2011).
9. "Christiaan Huygens," *Wikipedia*, http://en.wikipedia.org/wiki/Christiaan_Huygens (truy cập ngày 1 tháng Ba 2013).

CHƯƠNG 9. VŨ KHÍ CỦA NAPOLEON VÀ CÁC ĐỘT PHÁ MỚI TRONG VẬT LÝ HỌC

1. Ernest Volkman, *Science Goes to War* (New York: John Wiley, 2002), trang 136.
2. J. Bronowski, *The Ascent of Man* (Boston: Little, Brown and company, 1973), trang 148.
3. "Antoine Lavoisier," *Wikipedia*, http://en.wikipedia.org/wiki/Antoine_Lavoisier (truy cập ngày 15 tháng Tám 2013).
4. John H. Lienhard, "No. 728: Death of Lavoisier," Engines of Our Ingenuity, <http://www.uh.edu/engines/epi728.htm> (truy cập ngày 15 tháng Tám 2013).
5. Robert Wilde, "Napoleon Bonaparte," About.com, <http://europeanhistory.about.com/od/bonapartenapoleon/a/bionapoleon.htm> (truy cập ngày 3 tháng Ba 2013).

6. "Napoleonic Weaponry and Warfare," *Wikipedia*, http://en.wikipedia.org/wiki/napoleonic_weaponry_and_warfare (truy cập ngày 3 tháng Ba 2013).
7. "French Invasion of Russia," *Wikipedia*, http://en.wikipedia.org/wiki/French_invasion_of_Russia (truy cập ngày 4 tháng Ba 2013).
8. Woburn Historical Commission, "Count Rumford," Middlesex Canal website, <http://www.middlesexcanal.org/docs/rumford.htm> (truy cập ngày 5 tháng Ba 2013).
9. Barry Parker, *Science 101: Physics* (Irvington, NY: Collins-Smithsonian, 2007), trang 110.
10. Ibid., trang 112.
11. Ibid., trang 116.
12. Ibid., trang 118.

CHƯƠNG 10. NỘI CHIẾN NƯỚC MỸ

1. Jack Kelly, *Gunpowder* (New York: Basic Books, 2004), trang 180.
2. R. L. O'Connell, *Of Arms and Men* (New York: Oxford University Press, 1989), trang 191.
3. Kelly, *Gunpowder*, trang 182.
4. Ibid., trang 188; O'Connell, *Of Arms and Men*, trang 191.
5. Kelly, *Gunpowder*, trang 213; O'Connell, *Of Arms and Men*, trang 196.
6. "American Civil War," *Wikipedia*, http://en.wikipedia.org/wiki/american_civil_war (truy cập ngày 9 tháng Ba 2013).
7. "Battle of Gettysburg," The History Place, <http://www.historyplace.com/civilwar/battle.htm> (truy cập ngày 9 tháng Ba 2013).
8. Howard Taylor, "The Telegraph in the War Room," Learning-Online, <http://www.alincolnlearning.us/Civilwartelegraphing.html> (truy cập ngày 13 tháng Ba 2013).
9. Mary Bellis, "Introduction to Joseph Henry," About.com, http://inventors.about.com/od/hstartinventors/a/Joseph_Henry.htm (truy cập ngày 14 tháng Ba 2013).
10. Barry Parker, *Science 101: Physics* (Irvington, NY: Collins-Smithsonian, 2007), trang 118.
11. "Gatling Gun," *Wikipedia*, http://en.wikipedia.org/wiki/gatling_gun (truy cập ngày 16 tháng Ba 2013).
12. Kelly, *Gunpowder*, trang 191.

13. Craig L. Symonds, "Damn the Torpedoes! The Battle of Mobile Bay," Civil War Trust, <http://www.civilwar.org/battlefields/mobilebay/mobile-bay-history-articles/damn-the-torpedoes-the.html> (truy cập ngày 18 tháng Ba 2013).

14. "Civil War Submarines," AmericanCivilWar.com, http://americancivilwar.com/tcwn/civil_war/naval_submarine.html (truy cập ngày 19 tháng Ba 2013).

15. "Balloons in the American Civil War," CivilWar.com, http://www.civilwar.com/weapons/observation_balloons.html (truy cập ngày 21 tháng Ba 2013).

CHƯƠNG 11. VIÊN ĐẠN BAY ĐI ĐÂU? CƠ SỞ VẬT LÝ CỦA ĐẠN SÚNG TRƯỜNG VÀ ĐẠN ĐẠI BẮC

1. "Internal Ballistics," *Wikipedia*, http://en.wikipedia.org/wiki/internal_ballistics (truy cập ngày 24 tháng Ba 2013).

2. Nelson DeLeon, "Elementary Gas Laws: Charles Law," Chemistry 101 Class Notes, Spring 2001, <http://www.iun.edu/~cpanhd/C101webnotes/gases/charleslaw.html> (truy cập ngày 25 tháng Ba 2013).

3. "Recoil," *Wikipedia*, <http://en.wikipedia.org/wiki/recoil> (truy cập ngày 27 tháng Ba 2013).

4. "Introduction to Ballistics," Federation of American Scientists, <http://www.fas.org/man/dod-101/navy/docs/swos/gunno/INFO06.html> (truy cập ngày 29 tháng Ba 2013).

5. "External Ballistics," *Wikipedia*, http://en.wikipedia.org/wiki/external_ballistics (truy cập 1 tháng Tư 2013).

6. "Terminal Ballistics," *Wikipedia*, http://en.wikipedia.org/wiki/terminal_ballistics (truy cập 1 tháng Tư 2013).

CHƯƠNG 12. HÊ, NHÌN ĐI... NÓ BAY KÌA! KHÍ ĐỘNG LỰC HỌC VÀ NHỮNG MÁY BAY ĐẦU TIÊN

1. Isaac Asimov, *The History of Physics* (New York: Walker and Company, 1966), trang 133.

2. "Wright Brothers History: First Airplane Flight," Welcome to the Wright House, <http://www.wright-house.com/wright-brothers/wrights/1903.html> (truy cập 5 tháng Tư 2013).

3. Mary Bellis, "A Visual Timeline: The Lives of the Wright Brothers and Their Invention of the Airplane," About.com, <http://inventors.about.com/od/wstartinventors/a/TheWrightBrothers.htm> (truy cập 5 tháng Tư 2013).

4. Quentin Reynolds, *The Wright Brothers: Pioneers of American Aviation* (New York: Random House, 1981).
5. Fred Howard, *Wilbur and Orville: A Biography of the Wright Brothers* (New York: Ballantine Books, 1988), trang 72.
6. "What Makes an Airplane Fly—Level 1," Allstar Network, <http://www.allstar.fiu.edu/aero/fltmidfly.htm> (truy cập 8 tháng Tư 2013).
7. Mary Bellis, "The Dynamics of Airplane Flight," About.com, <http://inventors.about.com/library/inventors/blairplanedynamics.htm> (truy cập 8 tháng Tư 2013).
8. "What Is Drag?" National Aeronautics and Space Administration, <http://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/drag1.html> (truy cập 10 tháng Tư 2013).
9. "The Birth of the Fighter Plane, 1915," EyeWitness to History, 2008, <http://www.eyewitnesstohistory.com/fokker.htm> (truy cập 14 tháng Tư 2013).
10. "Aviation in World War I," *Wikipedia*, http://en.wikipedia.org/wiki/Aviation_in_World_War_I (truy cập 14 tháng Tư 2013); R. L. O'Connell, *Of Arms and Men* (New York: Oxford University Press, 1989), trang 262.

CHƯƠNG 13. CHIẾN TRANH SÚNG MÁY – THẾ CHIẾN I

1. Ernest Volkman, *Science Goes to War* (New York: John Wiley, 2002), trang 151; R. L. O'Connell, *Of Arms and Men* (New York: Oxford University Press, 1989), trang 233.
2. Michael Duffy, "Weapons of War—Machine Guns," [firstworldwar.com](http://www.firstworldwar.com/weaponry/machineguns.htm), <http://www.firstworldwar.com/weaponry/machineguns.htm> (truy cập 20 tháng Tư 2013).
3. "World War I—Weapons," History on the Net, <http://www.historyonthenet.com/WW1/weapons.htm> (truy cập 22 tháng Tư 2013).
4. Michael Duffy, "How It Began—Introduction," [firstworldwar.com](http://www.firstworldwar.com/origins/), <http://www.firstworldwar.com/origins/> (truy cập 25 tháng Tư 2013); Jennifer Rosenberg, "World War I, About.com, <http://history1900s.about.com/od/worldwari/p/World-War-I.htm> (truy cập 28 tháng Tư 2013).
5. O'Connell, *Of Arms and Men*, trang 262.
6. Stephen Sherman, "Legendary Aviators and Aircraft of World War One," 2001, [Acepilots.com](http://acepilots.com/wwi/), <http://acepilots.com/wwi/> (truy cập 30 tháng Tư 2013).
7. Michael Duffy, "The War in the Air—Air Aces of World War One," [firstworldwar.com](http://www.firstworldwar.com/features/aces.htm), <http://www.firstworldwar.com/features/aces.htm> (truy cập 30 tháng Tư 2013).

8. "Jan. 31, 1917: Germans Unleash U-Boats," This Day in History, History, <http://www.history.com/this-day-in-history/germans-unleash-u-boats> (truy cập 3 tháng Năm 2013); Alex L., "U-Boats in World War I," HistoryJournal.org, <http://www.historyjournal.org/2012/08/28/u-boats-in-world-war-i/> (truy cập 5 tháng Năm 2013).

9. "The Sinking of the RMS *Lusitania*," *Wikipedia*, http://www.en.wikipedia.org/wiki/Sinking_of_the_RMS_Lusitania (truy cập 4 tháng Năm 2013).

10. "Poison Gas and World War One," History Learning Site, http://www.historylearningsite.co.uk/poison_gas_and_world_war_one.htm (truy cập 5 tháng Năm 2013).

11. Michael Duffy, "Weapons of War—Poison Gas," firstworldwar.com, <http://www.firstworldwar.com/weaponry/gas.htm> (truy cập 7 tháng Năm 2013).

12. "Chemical Weapons in World War I," *Wikipedia*, http://www.en.wikipedia.org/wiki/Chemical_weapons_in_World_War_I (truy cập 5 tháng Chín 2013).

13. "Tanks and World War One," History Learning Site, http://www.historylearningsite.co.uk/tanks_and_world_war_I (truy cập 11 tháng Năm 2013).

14. Michael Duffy, "Weapons of War—Tanks," firstworldwar.com, <http://www.firstworldwar.com/weaponry/tanks.htm> (truy cập 11 tháng Năm, 2013).

15. "Apr. 6, 1917: America Enters World War I," This Day in History, History, <http://www.history.com/this-day-in-history/america-enters-world-war-i> (truy cập 12 tháng Năm 2013).

CHƯƠNG 14. CÁC TIA VÔ HÌNH: SỰ PHÁT TRIỂN VÀ SỬ DỤNG RADIO VÀ RADAR TRONG CHIẾN TRANH

1. Barry Parker, *Science 101: Physics* (Irvington, NY: Collins-Smithsonian, 2007), trang 129.

2. Ibid., trang 122.

3. Ibid., trang. 121; "Guglielmo Marconi," *Wikipedia*, http://www.en.wikipedia.org/wiki/Guglielmo_Marconi (truy cập ngày 15 tháng Năm 2013).

4. Parker, *Science 101*, trang 123, 132.

5. "Learn about Australian Weather Watch Radar," Australian Government Bureau of Meteorology," <http://www.bom.gov.au/australia/radar/about> (truy cập ngày 17 tháng Năm 2013).

6. Robert Buder, *The Invention That changed the World* (New York: Simon and Schuster, 1996), trang 103.

7. Louis Brown, *A Radar History of World War II* (Philadelphia: Institute of Physics Publishing, 1999), trang 84.

8. James Phinney Baxter III, trích trong Buder, *Invention That Changed the World*.

CHƯƠNG 5. SONAR VÀ TÀU NGẦM

1. Isaac Asimov, *The History of Physics* (New York: Walker and Company, 1966), trang 124.

2. Nathan Earls, "The Physics of Submarines," University of Alaska Fairbanks, http://www.fden-2.phys.uaf.edu/212_fall2003.web.dir/nathan_earls/intro_slide.html (truy cập ngày 20 tháng Năm 2013).

3. Marshall Brain and Craig Freudenrich, "How Submarines Work," How Stuff Works," <http://www.science.howstuffworks.com/transport/engines-equipment/submarine> (truy cập ngày 22 tháng Năm 2013).

4. "Sonar," *Wikipedia*, <http://www.en.wikipedia.org/wiki/sonar> (truy cập ngày 25 tháng Năm 2013).

5. Mary Bellis, "The History of Sonar," About.com, http://www.inventors.about.com/od/sstartinventions/a/sonar_history.htm (truy cập ngày 25 tháng năm 2013).

6. "Torpedo," *Wikipedia*, <http://www.en.wikipedia.org/wiki/torpedo> (truy cập ngày 28 tháng Năm 2013).

7. "The German U-Boats," uboat.net, <http://www.uboaat.net/boats.htm> (truy cập ngày 30 tháng Năm 2013).

8. "Battle of the Philippine Sea," *Wikipedia*, http://www.en.wikipedia.org/wiki/Battle_of_the_Philippine_Sea (truy cập ngày 30 tháng Năm 2013).

CHƯƠNG 16. CUỘC ĐẠI CHIẾN: THẾ CHIẾN II

1. Jennifer Rosenberg, "World War II Starts," About.com, <http://www.history1900s.about.com/od/worldwarii/a/wwiistarts.htm> (truy cập 1 tháng Sáu 2013); "World War Two—Causes," History on the Net.com, <http://www.historyonthenet.com/WW2/causes.htm> (truy cập 1 tháng Sáu 2013).

2. Editors of Legacy Publishers, "Start of World War II: September 1939–March 1940," How Stuff Works, <http://www.history.howstuffworks/world-war-ii/start-world-war-2.htm> (truy cập 1 tháng Sáu 2013).

3. TheophileEscargot, "1940; The Battle of France," Kuro5hin, <http://www.kuro5hin.org/story/2002/5/14/55627/2665> (truy cập ngày 4 tháng Sáu 2013).

4. Louis Brown, *A Radar History of World War II* (Philadelphia: Institute of Physics, 1979).
5. Robert Buder, *The Invention That Changed the World* (New York: Simon and Schuster, 1996), trang 79.
6. Brown, *Radar History*, trang 107.
7. Buder, *Invention*, trang 89.
8. "The Battle of Britain," BBC,
http://www.bbc.co.uk/history/battle_of_britain (truy cập ngày 5 tháng Sáu 2013).
9. "Junkers Ju 87," *Wikipedia*,
http://www.en.wikipedia.org/wiki/Junkers_Ju_87 (truy cập ngày 6 tháng Sáu 2013).
10. "Reasons for America's Entry into WWII," Hubpages,
<http://www.jdf78.hubpages.com/hub/Reasons-for-American-Entry-Into-WWII> (truy cập ngày 7 tháng Sáu 2013).
11. "Air Warfare of World War II," *Wikipedia*,
http://www.en.wikipedia.org/wiki/Air_warfare_of_World_War_II (truy cập ngày 8 tháng Sáu 2013).
12. "V-2 Rocket," *Wikipedia*, http://www.en.wikipedia.org/wiki/V-2_rocket (truy cập ngày 9 tháng Sáu 2013); Kennedy Hickman, "World War II: V-2 Rocket," About.com,
<http://www.militaryhistory.about.com/od/artillerysiegeweapons/p/v2rocket.htm> (truy cập ngày 10 tháng Sáu 2013).
13. "Norden Bombsight," *Wikipedia*,
http://www.en.wikipedia.org/wiki/Norden_bombsight (truy cập ngày 11 tháng Sáu 2013).
14. "World War 2 Code Breaking: 1939–1945," History,
<http://www.history.co.uk/explore-history/ww2/code-breaking.html> (truy cập ngày 13 tháng Sáu 2013).
15. "More Information About: Alan Turing," BBC,
http://www.bbc.co.uk/history/people/alan_turing (truy cập ngày 14 tháng Sáu 2013).

CHƯƠNG 17. BOM NGUYÊN TỬ

1. Isaac Asimov, *The History of Physics* (New York: Walker and Company, 1966), trang 598.
2. Amir Aczel, *Uranium Wars* (New York: MacMillan, 2009), trang 179.
3. Ibid., trang 74.
4. Ibid., trang. 88.

5. Richard Rhodes, *The Making of the Atomic Bomb* (New York: Simon and Schuster, 1986), trang 204.
6. Ibid., trang 79.
7. Aczel, *Uranium Wars*, trang 61.
8. Ibid., trang 104.
9. Rhodes, *Making of the Atomic Bomb*, trang 256.
10. Barry Parker, *Quantum Legacy* (Amherst, NY: Prometheus Books, 2002), trang 217.
11. Ibid., trang 213.
12. Aczel, *Uranium Wars*, trang 132.
13. Jim Baggott, *The First War of Physics* (New York: Pegasus, 2010), trang 100.
14. Ibid., p. 89; Aczel, *Uranium Wars*, trang 146.
15. Baggott, *First War of Physics*, trang 232.
16. Rhodes, *Making of the Atomic Bomb*, trang 447.
17. Aczel, *Uranium Wars*, trang 157.
18. Baggott, *First War of Physics*, trang 279.
19. Ibid., trang 299.
20. Aczel, *Uranium Wars*, trang 178.

CHƯƠNG 18. BOM KHINH KHÍ, TÊN LỬA LIÊN LỤC ĐỊA, LASER, VÀ TƯƠNG LAI

1. "Thermonuclear Weapon," *Wikipedia*, http://www.en.wikipedia.org/wiki/Thermonuclear_weapon (truy cập ngày 20 tháng Sáu 2013).
2. Richard Rhodes, *Dark Sun* (New York: Simon and Schuster, 1995), trang 466; "Cold War: A Brief History of the Atomic Bomb," *atomicarchive.com*, <http://www.atomicarchive.com/history/coldwar/page04.htm> (truy cập ngày 22 tháng Sáu 2013).
3. Rhodes, *Dark Sun*, trang 468; "Thermonuclear Weapon."
4. Rhodes, *Dark Sun*, trang 482.
5. Ibid., trang 506.
6. "Intercontinental Ballistic Missile," *Wikipedia*, http://www.en.wikipedia.org/wiki/intercontinental_ballistic_missile (truy cập ngày 26 tháng Sáu 2013).
7. Barry Parker, *Quantum Legacy* (Amherst, NY: Prometheus Books, 2002), trang 159.

8. "Gordon Gould," *Wikipedia*,
http://www.en.wikipedia.org/wiki/Gordon_Gould (truy cập ngày 12 tháng Chín 2013).
9. Parker, *Quantum Legacy*, trang 179.
10. "Extrinsic Semiconductor," *Wikipedia*,
http://www.en.wikipedia.org/wiki/Extrinsic_semiconductor (truy cập ngày 12 tháng Chín 2013).
11. "What Is the Keyhole Satellite and What Can It Really Spy On?" How Stuff Works, <http://www.science.howstuffworks.com/question529.htm> (truy cập ngày 12 tháng Chín 2013).
12. "Unmanned Aerial Vehicle," *Wikipedia*,
http://www.en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle (truy cập ngày 27 tháng Sáu 2013).
13. Joe Haldeman và Martin Greenberg, *Future Weapons of War* (Riverdale, NY: Baen, 2008).
14. "How E-Bombs Work," How Stuff Works,
<http://www.sciencehowstuffworks.com/e-bomb3.htm> (truy cập ngày 28 tháng Sáu 2013).
15. Joel Baglole, "XM25- Future Grenade Launcher," About.com,
<http://www.usmilitary.about.com/od/weapons/a/xm25grenadelaunch.htm> (truy cập ngày 29 tháng Sáu 2013).
16. "Smart Bullet," *Wikipedia*,
http://www.en.wikipedia.org/wiki/Smart_bullet (truy cập ngày 12 tháng Chín 2013).
17. "MAARS," Qinetiq North America, <https://www.qinetiq-na.com/products/unmanned-systems/maars/>, (truy cập ngày 12 tháng Chín 2013).

